

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

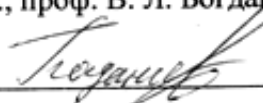
Итикеев Ильсур Иждавлетович

Оценка ущерба от нарушений и загрязнения земель

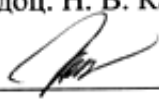
Магистерская диссертация

«К ЗАЩИТЕ»

Научный руководитель:
д.б.н., проф. В. Л. Богданов


«28» 04 2016

Заведующий кафедрой:
к.г.н., доц. Н. В. Каледин


«28» 04 2016

Санкт-Петербург
2016

Оглавление

Введение.....	3
Глава 1. Теоретические положения загрязнения земель сельскохозяйственного назначения и степени их техногенной нарушенности.....	5
1.1. Нарушенные и загрязненные земли.....	5
1.2. Загрязнение сельскохозяйственных угодий тяжелыми металлами.....	10
1.3. Нормирование содержания тяжелых металлов в почве и ее проблемы.....	14
1.4. Характеристика приемов, снижающих токсичность тяжелых металлов в почвах.....	21
1.5. Методика определения ущерба от нарушений и загрязнения земель.....	26
Глава 2. Оценка ущерба от нарушений и загрязнения земель тяжелыми металлами вокруг города Сибай Республики Башкортостан.....	32
2.1. Физико-географическая характеристика исследуемой территории.....	32
2.2. Основные источники загрязнения территории и их компоненты.....	34
2.3. Оценка эколого-экономического ущерба от загрязнения земель тяжелыми металлами вокруг города Сибай Республики Башкортостан.....	39
Глава 3. Определение кадастровой стоимости земель сельскохозяйственного назначения.....	72
3.1. Понятие и содержание государственной кадастровой оценки земель.....	72
3.2. Методика государственной кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения.....	77
3.3. Корректировка кадастровой стоимости загрязненных земель сельскохозяйственного назначения на основе оценки эколого-экономического ущерба от загрязнения земель тяжелыми металлами	84
Заключение.....	88
Литература	90
Приложение.....	95

Введение

Актуальность исследования. В результате интенсивной деятельности промышленных предприятий городов происходит значительные выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду. Среди загрязняющих химических веществ наиболее опасными являются тяжелые металлы. Тяжелые металлы распространяются на значительные расстояния, приводя к появлению нарушенных и загрязненных земель вокруг городов.

В основном в процессе выбросов загрязняющих веществ вокруг промышленных городов возникают загрязненные земли.

На загрязненных (нарушенных) землях сельскохозяйственного назначения в зоне влияния промышленных выбросов для получения качественной сельскохозяйственной продукции, удовлетворяющей соответствующим требованиям, необходимо проводить мероприятия по рекультивации земель, что требует дополнительных затрат.

Согласно методике (2010 год) расчета кадастровой стоимости земель сельскохозяйственного назначения [13], в ней не учитывается загрязнение земель химическими веществами, в том числе тяжелыми металлами. Это приводит к неточности определения кадастровой стоимости земель и, как следствие, ошибочному расчету величин налога и арендной платы, которые, зачастую, бывают завышены и ложатся несправедливым бременем на владельцев, а также на арендаторов земельных участков.

В этих условиях необходима корректировка методики кадастровой оценки загрязненных земель сельскохозяйственных угодий. Данная оценка должна предусматривать проведение мониторинга земель, определение эколого-экономического ущерба от нарушения или загрязнения земель и уточнение кадастровой стоимости земель сельскохозяйственного назначения.

Цель исследования корректировка методики кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения с учетом выявленного показателя - оценки эколого-экономического ущерба от загрязнения земель сельскохозяйственного назначения тяжелыми металлами на примере загрязненных земель в зоне влияния промышленности города Сибай Республики Башкортостан.

Для достижения этой цели необходимо решить следующие **задачи**:

1. Провести анализ материалов исследования влияния тяжелых металлов на земли, предназначенные для возделывания сельскохозяйственных культур и установить критерии степени техногенной нарушенности;

2. Выявить роль загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами на использование земель сельскохозяйственного назначения в зоне влияния промышленности города Сибай Республики Башкортостан;

3. Изучить приемы снижения токсичного влияния тяжелых металлов на почвы сельскохозяйственных угодий;

4. Провести оценку эколого-экономического ущерба в зависимости от степени загрязнения земель, требующих различные виды рекультивации;

5. Провести анализ методики государственной кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения для оптимизации критериев при оценке загрязненных земель, в том числе тяжелыми металлами;

6. Обосновать корректировку кадастровой стоимости земель сельскохозяйственного назначения на основе оценки эколого-экономического ущерба.

Объектом исследования являются земли сельскохозяйственного назначения Баймакского района Республики Башкортостан в зоне влияния промышленности города Сибай.

Предметом исследования является кадастровая оценка земель сельскохозяйственного назначения на территориях с нарушенными и загрязненными землями.

При написании данной магистерской диссертации были использованы материалы, полученные сотрудниками кафедры геоэкологии и природопользования СПБГУ.

В исследованиях использовались методы: аналитический, картографический, статистический, метод факторного анализа, формализации.

Глава 1. Теоретические положения загрязнения земель сельскохозяйственного назначения и степени их техногенной нарушенности

1.1. Нарушенные и загрязненные земли

Процесс перераспределения земель по категориям, образование землепользований различного целевого назначения, на которых добывают полезные ископаемые или ведут промышленное и другое строительство, вызывают появление нарушенных земель, которые подлежат восстановлению.

Нарушенными землями называют земли всех категорий, которые в результате производственной деятельности человека (добычи полезных ископаемых, строительных, геологоразведочных и других работ) утратили свою хозяйственную ценность или стали источником отрицательного воздействия на окружающую среду в связи с изменением почвенного и растительного покровов, гидрологического режима и образованием техногенного рельефа (рельеф, созданный в результате производственной деятельности человека) [33].

Нарушение земель - процесс, происходящий при добыче полезных ископаемых, выполнении геологоразведочных, изыскательских, строительных и других работ и приводящий к нарушению почвенного покрова, гидрологического режима местности, образованию техногенного рельефа и другим качественным изменениям состояния земель [22].

Нарушенные земли теряют свое хозяйственное значение и часто являются источником загрязнения почвы, воды, воздуха на прилегающих территориях.

Для возврата нарушенных земельных участков в хозяйственный оборот и ликвидации их отрицательного влияния на окружающую среду проводят рекультивацию земель.

Рекультивация нарушенных земель — это комплекс инженерно-технических, мелиоративных, агротехнических и других мероприятий, направленных на восстановление биологической продуктивности и народнохозяйственной ценности нарушенных земель, а также на улучшение условий окружающей природной среды.

При образовании землепользований объектов, деятельность которых будет связана с нарушением земель, рекультивацию их предусматривают как неотъемлемую часть технологических процессов [33].

Рекультивация земель проводится согласно требованиям Постановления Правительства РФ от 23.02.1994 № 140 «О рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы» и приказу Минприроды России и

Роскомзема от 22.12.1995 № 525/67 «Об утверждении Основных положений о рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы».

В соответствии с пунктом 5 приказа Минприроды России и Роскомзема от 22.12.1995 № 525/67 «Об утверждении Основных положений о рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы», рекультивации подлежат земли, нарушенные при [11]:

- 1) разработке месторождений полезных ископаемых открытым или подземным способом, а также добыче торфа;
- 2) прокладке трубопроводов, проведении строительных, мелиоративных, лесозаготовительных, геологоразведочных, испытательных, эксплуатационных, проектно-изыскательских и иных работ, связанных с нарушением почвенного покрова;
- 3) ликвидации промышленных, военных, гражданских и иных объектов и сооружений;
- 4) складировании и захоронении промышленных, бытовых и других отходов;
- 5) строительстве, эксплуатации и консервации подземных объектов и коммуникаций (шахтные выработки, хранилища, метрополитен, канализационные сооружения и др.);
- 6) ликвидации последствий загрязнения земель, если по условиям их восстановления требуется снятие верхнего плодородного слоя почвы;
- 7) проведении войсковых учений за пределами специально отведенных для этих целей полигонов.

По нашему мнению нарушенные земли могут возникнуть и в процессе выбросов загрязняющих веществ вокруг промышленных городов. Согласно приказу № 525/67 «Об утверждении Основных положений о рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы», рекультивации подлежат нарушенные земли при ликвидации последствий загрязнения земель, если по условиям их восстановления требуется снятие верхнего плодородного слоя почвы. В процессе выбросов загрязняющих веществ вокруг промышленных городов возникают загрязненные земли.

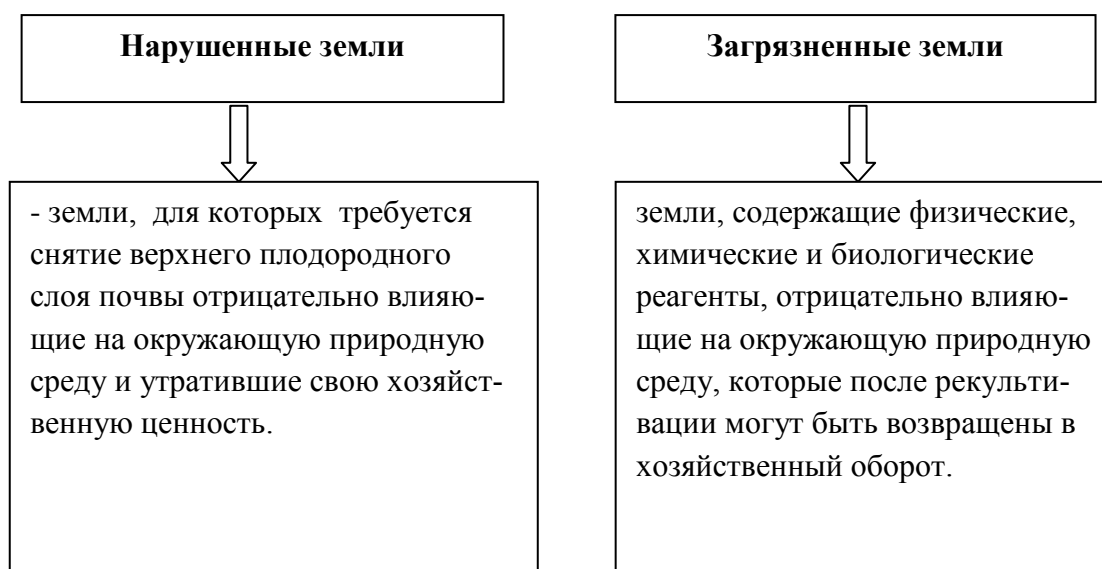
Загрязненные земли - земли, содержащие физические, химические и биологические реагенты, отрицательно влияющие на окружающую природную среду [24].

Однако, зачастую промышленные предприятия городов, транспорт, нарушенные земли в процессе добычи полезных ископаемых и иные нарушенные земли совместно являются источником загрязнения почвы прилегающей территории, вследствие чего содержание загрязняющих веществ на прилегающих земельных участках достигает таких концентраций, что требуется снятие верхнего плодородного слоя почвы для их восстановления.

Если обратиться к вышеприведенному определению нарушенные земли – это земли, утратившие свою хозяйственную ценность или ставшие источником отрицательного воздействия на окружающую среду [33].

На основе вышесказанного мы можем сделать вывод, что термин нарушенные земли применяется в основном при горнодобывающей промышленности. Однако вокруг промышленных городов, могут быть выявлены земли, требующие для их восстановления снятие верхнего плодородного слоя почвы, для этих земель мы также можем применить термин нарушенные земли (схема 1).

Схема 1. Нарушенные и загрязненные земли вокруг промышленных городов



В настоящее время рейтинг наиболее опасных загрязняющих веществ можно представить в виде убывающей по степени их опасности [44]:

1. Тяжелые металлы (ТМ): Cd> Pb> Zn> Hg> Ni> Co> Se;
2. Другие токсичные элементы: As, Al, F;
3. Пестициды: препараты группы 2,4 Д, ГХЦГ, фосфорорганические соединения (карбофос, метафос и др.);
4. Радионуклиды (^{90}Sr , ^{137}Cs);
5. Нитраты, нитриты, нитрозамины;
6. Органические синтетические и природные соединения (в частности, диоксины);
7. Электромагнитные излучения (ЭМИ) неионизирующей природы (УФ-В-радиация, ЭМИ СВЧ-диапазона).

Поскольку тяжелые металлы являются наиболее опасными загрязнителями, в данной работе мы будем рассматривать оценку ущерба от нарушений и загрязнения сельскохозяйственных земель тяжелыми металлами.

Землями сельскохозяйственного назначения признаются земли, находящиеся за границами населенного пункта и предоставленные для нужд сельского хозяйства, а также предназначенные для этих целей.

В составе земель сельскохозяйственного назначения выделяются сельскохозяйственные угодья, земли, занятые внутрихозяйственными дорогами, коммуникациями, лесными насаждениями, предназначенными для обеспечения защиты земель от воздействия негативных (вредных) природных, антропогенных и техногенных явлений, водными объектами, а также зданиями, строениями, сооружениями, используемыми для производства, хранения и первичной переработки сельскохозяйственной продукции [1].

Земли сельскохозяйственного назначения вокруг промышленных объектов различного производства могут содержать токсичные элементы в количествах превышающих предельно допустимые концентрации (ПДК) в десятки и сотни раз. Наиболее «грязными» в этом отношении являются предприятия горнодобывающей и обогащательной промышленности, цветной металлургии, химической и нефтехимической, машино- и станкостроительной, электронно- и электротехнической, а также теплоэнергетической промышленности (табл. 1) [36].

Таблица 1. Степень загрязнения почвы тяжелыми металлами вокруг предприятий тяжелой металлургии, мг/кг (Ковда В.А., 1985)

Расстояние	Pb	Zn	Cd
Вблизи	1500	3400	50
До 5 км	850-4000	500-600	7-8
5-10 км	30-95	120-170	1-2
10-15 км	55-70	80-110	1-1,5

Согласно государственному докладу «О состоянии и об охране окружающей среды в Российской Федерации», в 2014 году для определения в почвах уровней содержания тяжелых металлов, Росгидрометом проводились наблюдения в районе 32 населённых пунктов. Выбранные населенные пункты находились на территории Республики Башкортостан, Республики Мордовия, Удмуртской Республики, Чувашской Республики, Республики Татарстан, Приморского края, Иркутской, Кемеровской, Кировской, Московской,

Нижегородской, Новосибирской, Омской, Оренбургской, Пензенской, Самарской, Саратовской, Свердловской, Томской и Ульяновской областей.

Оценка степени опасности загрязнения почв комплексом тяжелых металлов проводится по показателям загрязнения Z_f (с учетом фонов) и (или) Z_k (с учетом кларков) [46]. По показателю загрязнения Z_f , к опасной категории загрязнения почв тяжелыми металлами относится 2,6% обследованных за последние десять лет (в период 2005-2014 гг.) населённых пунктов, их отдельных районов, одно- и пятикилометровых зон вокруг источников загрязнения, к умеренно опасной – 7,8% [46].

Загрязненные земли как и нарушенные земли требуют для восстановления плодородия почв проведения рекультивации земель.

Земельные участки загрязненные тяжелыми металлами отнесенные к «опасной» и «умеренно опасной» категории загрязнения не требуют проведения технического этапа рекультивации. Для таких земель приоритетным должен быть биологический метод рекультивации.

Однако вокруг промышленных городов могут быть почвы, отнесенные к «чрезвычайно опасной» категории загрязнения. Например, почвенный покров на расстоянии до 4 км от города Норильск характеризуется чрезвычайно высоким содержанием тяжелых металлов (табл. 2) [38].

Таблица 2. Виды и степень загрязнения почв тяжелыми металлами вокруг города Норильск

Город	Зона обследования вокруг города радиусом, км.	Приоритетный техногенный металл
Чрезвычайно опасная категория загрязнения $Z_f > 128$		
Норильск	0-4	Ni, Cu

*Таблица составлена автором по данным: Кудряшов, С.В. Оценка и нормирование экологического состояния почв Норильского промышленного района: диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук / С.В. Кудряшов. Москва, 2010 – 140 с.

* Z_f – индексы загрязнения почв, рассчитанные по среднему содержанию ТМ в почвах указанных зон и фоновому содержанию;

Данные о загрязнение почв вокруг города Норильска подтверждают, что вокруг промышленных городов могут возникнуть нарушенные земли загрязненные тяжелыми металлами.

Загрязненные почвы, отнесенные к категории загрязнения «опасные» и «чрезвычайно опасные», находятся на расстоянии до 5 км от источника загрязнения.

Однако аномалии тяжелых металлов распространяются, как правило, на расстояние до 10 км от источника, что связано с преимущественной приуроченностью металлов к пы-

левой фракции промышленных выбросов. Также метеорологические условия и рельеф местности могут внести в это значение существенные поправки: в направлении господствующих ветров загрязнение почв может распространяться на 15-30 км, реже – до 100 км. При этом подчеркнем, что аномалии подвижных форм этих элементов значительно протяженнее и контрастнее, чем определяемые по валовому содержанию.

Земельные участки загрязненные ТМ отнесенные к «чрезвычайно опасной» категории загрязнения подлежат исключению из сельскохозяйственного пользования.

Следует отметить, что тяжелые металлы не относятся к трансграничным загрязнителям. Хотя тяжелые металлы переносятся на сотни и тысячи километров, однако они не могут стать причиной экологически значимого загрязнения. В связи с тем, что основная масса металлов находится в составе пылевой фракции, они оседают в непосредственной близости от источника выброса и аномалии ТМ сосредоточены преимущественно вокруг промышленных городов [36].

1.2. Загрязнение сельскохозяйственных угодий тяжелыми металлами

К тяжелым металлам (ТМ) относятся химические элементы, атомная масса которых превышает 50 а.е.м., или химические элементы с плотностью более 5 г/см^3 . Однако в научной литературе существуют классификации, основанные на других значениях пороговой плотности. По классификации Н.Реймерса, тяжелыми следует считать металлы с плотностью более 8 г/см^3 . Формально определению тяжелые металлы соответствует большое количество элементов.

Согласно классификации Дж. Вуда (Wood, 1974) к токсичным тяжелым металлам отнесены следующие химические элементы: Be, Co, Ni, Cu, Zn, Rb, Cd, Ag, Au, Hg, Sb, Bi, Pt, Pb. Приоритетными загрязнителями считаются Hg, Pb, Cd, As, главным образом, потому что техногенное их накопление в окружающей среде идет высокими темпами [37].

Тяжелые металлы, попадающие в почву, по степени опасности подразделяются на классы (Табл. 3).

Таблица 3. Классы опасности тяжелых металлов попадающих в почву

1 класс опасности	2 класс опасности	3 класс опасности
Кадмий (Cd)	Кобальт (Co)	Ванадий (V)
Мышьяк (As)	Медь (Cu)	Вольфрам (W)
Ртуть (Hg)	Молибден (Mo)	Марганец (Mn)
Свинец (Pb)	Никель (Ni)	Стронций (Sr)
Селен (Se)	Хром (Cr)	
Цинк (Zn)		

* Таблица составлена автором по данным Протасов, В.Ф. Экология: Законы, кодексы, Экологическая доктрина, Киотский протокол, нормативы, платежи, термины и понятия, Экологическое право / В.Ф. Протасов. – М.: «Финансы и статистика», 2005. – 380 с.

Иногда для контроля загрязнения выделяют 4 класса тяжелых металлов по степени их опасности.

Степень опасности тяжелых металлов и металлоидов согласно ГОС- Ту 17.4.1.02-83 [31]:

1. Высоко опасные - As, Cd, Hg, Se, Pb, Zn
2. Умеренно опасные - Co, Ni, Mo, Cu, Cr, Sb
3. Малоопасные - Ba, V, W, Mn, Sr
4. Неизвестная степень опасности - Ge, Sn, Ce, La, Bi, Y, Rb, Cs и др.

В настоящее время существует множество способов классификации тяжелых металлов. Выше мы перечислил только несколько способов классификации ТМ.

Тяжелые металлы попадают из почвы в растения, передаваясь по цепи питания, оказывают токсичное действие на растения, животных и человека.

Большая часть ТМ входит в состав многих ферментов и имеет важное биологическое значение. Когда ТМ находятся в естественных концентрациях, к ним применяют термин «микроэлементы». По А.П. Виноградову (1957), под микроэлементами подразумевают химические элементы, необходимые для растительных и животных организмов и содержание которых измеряется величинами порядка $n \cdot 10^{-2}$ – $n \cdot 10^{-5}\%$ [36].

В настоящее время около 80 элементов содержится в живых организмах, при этом 15 из них (Fe, J, Cu, Zn, Cr, Co, Mo, Ni, Se, V, Mn, As, F, Si, Li) признаны жизненно необходимыми (эссенциальные). Однако при высоких концентрациях они оказывают отрицательное влияние на живые организмы. Be, Cd, Hg, Pb – неэссенциальные, полезная роль, которых на данный момент в какой-либо биологической функции неизвестна, поэтому указанные элементы не важны для растительных и животных организмов и опасны для человека при относительно низких концентрациях [32].

На рисунке 1 представлена реакция организма на возрастание концентраций металлов в объектах окружающей среды (вода, пища, воздух) и в самом организме.

При этом сплошная линия вполне соответствует известному закону толерантности В. Шелфорда (1913), сформулированному практически для всех факторов окружающей среды, в том числе и для химических элементов и соединений [36].

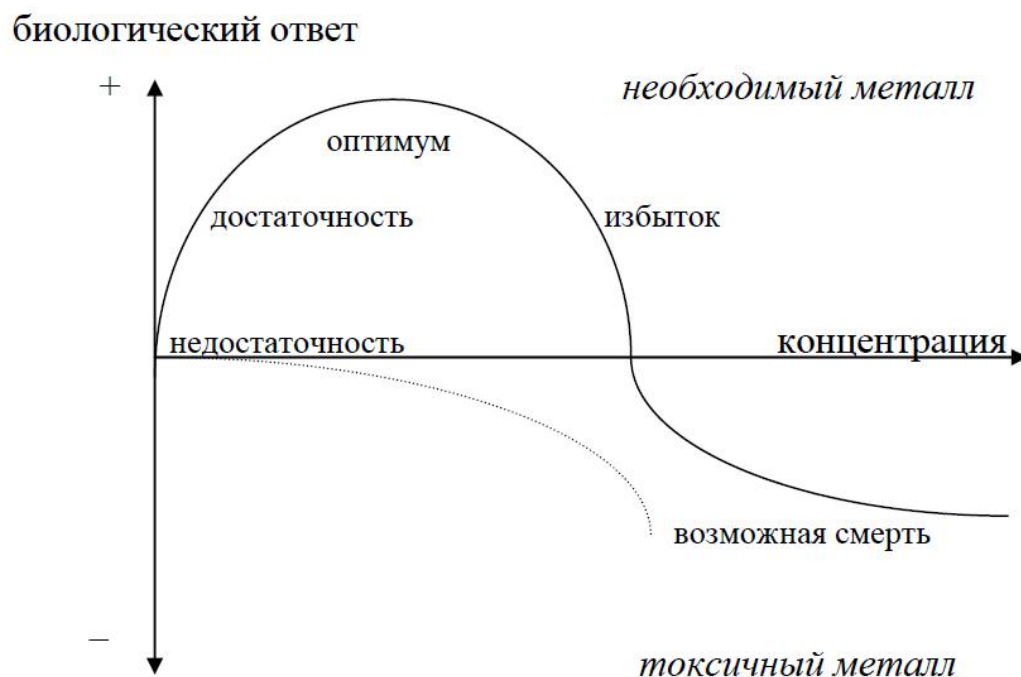


Рис. 1. Биологический ответ на возрастание концентрации необходимого (сплошная линия) и токсичного (пунктирная линия) металла (Некоторые вопросы токсичности..., 1993)

Согласно закону толерантности, увеличение концентрации металлов, играющих какую либо положительную роль в функционировании организма, сопровождается положительным биологическим ответом. К таким металлам относятся: Cu, Zn, Co, Cr, Ni и др. Однако увеличение концентраций металлов не всегда будет сопровождаться положительным биологическим ответом. После того как положительный эффект увеличения концентрации металлов проходит через максимум он начинает падать до отрицательных величин. Биологический ответ организма на увеличение концентраций металлов становится отрицательным, и металлы переходят в разряд токсичных веществ. Пунктирная линия показывает отрицательный биологический ответ организма на элементы, которые не играют положительную роль в функционировании организма (Hg, Pb). Как видно из рисунка отрицательный эффект проявляется с запаздыванием, живой организм способен противостоять небольшим количествам токсичного вещества до тех пор, пока не будет преодолена определенная пороговая концентрация.

Рисунок также подтверждает вышесказанное, что необходимые элементы могут стать токсичными при избытке их потребления. Концентрация всех необходимых для жизни элементов находится под строгим контролем комплекса физиологических процессов, называемого *гомеостазом* [36].

Загрязнение сельскохозяйственных угодий происходит в результате рассеивания промышленных выбросов в атмосфере и выпадения их с атмосферными осадками. Загряз-

нение сельскохозяйственных угодий ТМ устанавливается на основании зарегистрированных фактов обнаружения повышенных концентраций ТМ в почвах, продукции растениеводства и кормов [17].

Контроль химического загрязнения почвы – это проверка соответствия химического загрязнения почвы установленным нормам и требованиям. Выбор критериев, используемых для выявления земель, загрязненных ТМ и оценки степени их загрязнения устанавливает ГОСТ 17.4.3.04-85, согласно которому основными критериями, используемыми для оценки степени загрязнения почв ТМ, должны быть предельно допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочные допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве, нормативы допустимых количеств загрязняющих веществ в смежных природных средах и в сельскохозяйственной продукции, показатели санитарного состояния почв по ГОСТ 17.4.2.01-81.

К категории загрязненных относятся почвы, в которых количество ТМ находится на уровне или выше предельно допустимых количеств.

Порядок проведения работ по определению и систематизации уровней загрязнения сельскохозяйственных угодий регламентируется следующими документами:

- Методическими указаниями по обследованию почв сельскохозяйственных угодий, продукции растениеводства на содержание тяжелых металлов, остаточных количеств пестицидов и радионуклидов (1995);
- Методическими указаниями по проведению комплексного агрохимического обследования почв сельскохозяйственных угодий (1994);
- Методическими рекомендациями по выявлению деградированных и загрязненных земель (1995).

В соответствии с «Методическими рекомендациями по выявлению деградированных и загрязненных земель (1995), а также Порядком определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами (1993) для оценки загрязнения почв тяжелыми металлами выделяют 5 уровней (Табл. 4).

Таблица 4. Показатели уровня загрязнения земель химическими веществами

Элемент, соединение	Содержание (мг/кг), соответствующее уровню загрязнения				
	1 уровень допустимый	2 уровень низкий	3 уровень средний	4 уровень высокий	5 уровень очень высокий
Неорганические соединения					
Кадмий	< ПДК	от ПДК до 3	от 3 до 5	от 5 до 20	> 20
Свинец	< ПДК	от ПДК до 125	от 125 до 250	от 250 до 600	> 600
Ртуть	< ПДК	от ПДК до 3	от 3 до 5	от 5 до 10	> 10
Мышьяк	< ПДК	от ПДК до 20	от 20 до 30	от 30 до 50	> 50
Цинк	< ПДК	от ПДК до 500	от 500 до 1500	от 1500 до 3000	> 3000

Элемент, соединение	Содержание (мг/кг), соответствующее уровню загрязнения				
	1 уровень допустимый	2 уровень низкий	3 уровень средний	4 уровень высокий	5 уровень очень высокий
Медь	< ПДК	от ПДК до 200	от 200 до 300	от 300 до 500	> 500
Кобальт	< ПДК	от ПДК до 50	от 50 до 150	от 150 до 300	> 300
Никель	< ПДК	от ПДК до 150	от 150 до 300	от 300 до 500	> 500
Молибден	< ПДК	от ПДК до 40	от 40 до 100	от 100 до 200	> 200
Олово	< ПДК	от ПДК до 20	от 20 до 50	от 50 до 300	> 300
Барий	< ПДК	от ПДК до 200	от 200 до 400	от 400 до 2000	> 2000
Хром	< ПДК	от ПДК до 250	от 250 до 500	от 500 до 800	> 800
Ванадий	< ПДК	от ПДК до 225	от 225 до 300	от 300 до 350	> 350
Фтор водораствор.	< ПДК	от ПДК до 15	от 15 до 25	от 25 до 50	> 50
Органические соединения					
Хлорированные углеводороды (в том числе хлорсодержащие пестициды ДДТ, ГХЦГ, 2,4-Д и др.)	< ПДК	от ПДК до 5	от 5 до 25	от 25 до 50	> 50
Хлорфенолы	< ПДК		от 1 до 5	" 5 " 10	> 10
Фенолы	< ПДК		от 1 до 5	" 5 " 10	> 10
Полихлорбифенилы	< ПДК		от 2 до 5	" 5 " 10	> 10
Циклогексан	< ПДК		от 6 до 30	" 30 " 60	> 60
Пиридины	< ПДК		от 0,1 до 2	" 2 " 20	> 20
Тетрагидрофуран	< ПДК				> 40
Стирол	< ПДК	от ПДК до 5	от 5 до 20	от 20 до 50	> 50
Нефть и нефтепродукты	< ПДК	от 1000 до 2000	от 2000 до 3000	от 3000 до 5000	> 5000
Бенз(а) пирен	< ПДК	от ПДК до 0,1	от 0,1 до 0,25	от 0,25 до 0,5	> 0,5
Бензол	< ПДК	от ПДК до 1	от 1 до 3	от 3 до 10	> 10
Толуол	< ПДК	от ПДК до 10	от 10 до 50	от 50 до 100	> 100
Альфа-метилстирол	< ПДК	от ПДК до 3	от 3 до 10	от 10 до 50	> 50
Ксилолы (орто-, мета-, пара-)	< ПДК	от ПДК до 3	от 3 до 30	от 30 до 100	> 100
Нитраты	< ПДК	-	-	-	-
Сернистые соединения (**)	< ПДК	от ПДК до 180	от 180 до 250	от 250 до 380	> 380

*) ПДК или ОДК; при отсутствии ПДК (ОДК) неорганических соединений за ОКД принимается удвоенное региональное фоновое содержание элементов в незагрязненной почве;

**) в пересчете на серу.

1.3. Нормирование содержания тяжелых металлов в почве и ее проблемы

Проблему нормирования тяжелых металлов (загрязняющих веществ) можно отнести к числу общемировых проблем. Это связано с широким распространением токсичных концентраций тяжелых металлов в объектах окружающей среды, а также с широким спектром оказываемых ими неблагоприятных эффектов. Определяющее значение для практического контроля имеет установление санитарно-гигиенических нормативов, цель которых состоит в оценке качества объектов окружающей среды по отношению к влиянию на здоровье человека [36].

Для определения загрязненности почв тяжелыми металлами (загрязняющими веществами) в нашей стране применяется экспериментально установленное значение ПДК.

Согласно межгосударственному стандарту ГОСТ 27593-88, ПДК вредного вещества в почве есть максимальная массовая доля загрязняющего почву вещества, не вызывающая прямого или косвенного влияния, включая отдаленные последствия влияния на окружающую среду и здоровье человека.

Следует отметить, что в мировой практике разработка ПДК для почв была начата впервые именно в России в семидесятых годах прошлого века [36].

В России предельно допустимые концентрации химических веществ представлены в гигиенических нормативах ГН 2.1.7.2041-06 (Табл. 5).

Таблица 5. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве (ГН 2.1.7.2041-06)

№ п/п	Наименование вещества	№ CAS	Формула	Величина ПДК (мг/кг) с учетом фона (кларка)	Лимитирующий показатель вредности
1	2	3	4	5	6
Валовое содержание					
1	Бенз/а/пирен	50-32-8	C ₂₀ H ₁₂	0,02	Общесанитарный
2	Бензин	8032-32-4		0,1	Воздушно-миграционный
3	Бензол	71-43-2	C ₆ H ₆	0,3	Воздушно-миграционный
4	Ванадий	7440-62-2	V	150,0	Общесанитарный
5	Ванадий+марганец	7440-62-2 + 7439-96-5	V+Mn	100+1000	Общесанитарный
6	Диметилбензолы (1,2-диметилбензол; 1,3-диметилбензол; 1,4-диметилбензол)	1330-20-7	C ₈ H ₁₀	0,3	Транслокационный
7	Комплексные гранулированные удобрения (КГУ)* <u>(1)</u>			120,0	Водно-миграционный
8	Комплексные жидкие удобрения (КЖУ)* <u>(2)</u>			80,0	Водно-миграционный
9	Марганец	7439-96-5	Mn	1500	Общесанитарный
10	Метаналь	50-00-0	CH ₂ O	7,0	Воздушно-миграционный
11	Метилбензол	108-88-3	C ₇ H ₈	0,3	Воздушно-миграционный
12	(1-метилэтил)бензол	25013-15-4	C ₉ H ₁₀	0,5	Воздушно-миграционный
13	(1-метилэтил)бензол	98-82-8	C ₉ H ₁₂	0,5	Воздушно-миграционный
14	(1-метилэтил)бензол + (1-метилэтил)бензол	98-82-8 + 25013-15-4	C ₉ H ₁₂ + C ₉ H ₁₀	0,5	Воздушно-миграционный

№ п/п	Наименование вещества	№ CAS	Формула	Величина ПДК (мг/кг) с учетом фона (кларка)	Лимитирующий показатель вредности
1	2	3	4	5	6
Валовое содержание					
15	Мышьяк*(3)	7440-32-2	As	2,0	Транслокационный
16	Нитраты (по NO ₃)	14797-55-8	NO ₃	130,0	Водно-миграционный
17	Отходы флотации угля (ОФУ)*(4)			3000,0	Водно-миграционный
18	Ртуть	7439-97-6	Hg	2,1	Транслокационный
19	Свинец*(3)	7439-92-1	Pb	32,0	Общесанитарный
20	Свинец + ртуть	7439-92-1 + 7439-97-6	Pb+Hg	20,0+1,0	Транслокационный
21	Сера	7704-34-9	S	160,0	Общесанитарный
22	Серная кислота (по S)	7664-93-9	H ₂ SO ₄	160,0	Общесанитарный
23	Сероводород (по S)	7783-06-4	H ₂ S	0,4	Воздушно-миграционный
24	Суперфосфат (по P ₂ O ₅)			200,0	Транслокационный
25	Сурьма	7440-36-0	Sb	4,5	Водно-миграционный
26	Фуран-2-карбальдегид	39276-09-0	C ₅ H ₄ O ₂	3,0	Общесанитарный
27	Хлорид калия (по K ₂ O)	7447-40-7	KCl	360,0	Водно-миграционный
28	Хром шестивалентный	18540-29-9	Cr(+6)	0,05	Общесанитарный
29	Этаналь	75-07-0	C ₂ H ₄ O	10	Воздушно-миграционный
30	Этенилбензол	100-42-5	C ₈ H ₈	0,1	Воздушно-миграционный
Подвижная форма					
31	Кобальт*(5)	7440-48-4	Co	5,0	Общесанитарный
32	Марганец, извлекаемый 0,1 н H ₂ SO ₄ : Чернозем Дерново-подзолистая: pH 4,0 pH 5,1 - 6,0 pH ≥ 6,0 Извлекаемый ацетатно-аммонийным буфером с pH 4,8: Чернозем Дерново-подзолистая: pH 4,0 pH 5,1 - 6,0 pH ≥ 6,0	7439-96-5	Mn	700,0 300,0 400,0 500,0 140,0 60,0 80,0 100,0	Общесанитарный
33	Медь*(6)	7440-50-8	Cu	3,0	Общесанитарный
34	Никель*(6)	7440-02-0	Ni	4,0	Общесанитарный
35	Свинец*(6)	7439-92-1	Pb	6,0	Общесанитарный
36	Фтор*(7)	16984-48-8	F	2,8	Транслокационный
37	Хром трехвалентный*(6)	16065-83-1	Cr(+3)	6,0	Общесанитарный
38	Цинк*(6)	7440-66-6	Zn	23,0	Транслокационный
Водорастворимая форма					
39	Фтор	16984-48-8	F	10,0	Транслокационный

При оценке экологического состояния почв превышение значения ПДК может рассматриваться в качестве показателя степени их химической деградации. При этом степень загрязнения почвы определяется как отношение содержания тяжелых металлов в почве к величине его ПДК. Величина данного отношения является основанием для присвоения конкретной почве балла деградации по 5-бальной шкале (Табл. 6).

Таблица 6. Критерии для оценки степени химической деградации почвы по степени загрязнения ее тяжелыми металлами (Снакин В.В. и др., 1992)

Показатель	Степень деградации				
	0	1	2	3	4
<i>Степень загрязнения</i> (превышение величины ПДК, кратность)					
I группа токсичности	< 1	1-2,0	2,1-3,0	3,1-5	> 5
II группа токсичности	< 1	1-3,0	3,0-5,0	5,1-10	> 20
III группа токсичности	< 1	1-5,0	5,1-20	21-100	> 100

Однако в методике определения ПДК имеется ряд существенных недостатков. Несмотря на то, что система нормирования содержания тяжелых металлов в почве имеет большое прикладное значение, многие исследователи сходятся во мнении, что в научно-методическом плане данная проблема разработана крайне слабо [36].

Рассмотрим подробнее основные проблемы, связанные с использованием имеющихся нормативов [36].

1) ПДК в почвах разрабатываются без учета многообразия почв, в частности, их буферных свойств. Поскольку наш уровень знаний о процессах миграции, трансформации и аккумуляции тяжелых металлов в природных средах недостаточно высок, в связи, с чем установление ПДК не всегда возможно. Система единых национальных нормативов уже давно подвергается справедливой критике. По мнению ряда ученых, экстраполяция единых величин ПДК на все территории без учета региональных особенностей представляется несостоятельной [36].

В результате возникают ситуации, когда фоновое содержание металлов в почве, обусловленное их концентрацией в материнской породе и условиями почвообразования, превышает действующие ПДК.

Позднее указанный недостаток использования предельно допустимых концентраций для почв начали частично компенсировать введением ориентировочно допустимых

концентраций (ОДК). ОДК химических веществ в почве представлены в гигиенических нормативах ГН 2.1.7.2511-09 (Табл. 7). ОДК для валового содержания тяжелых металлов позволяют получить более точную характеристику о загрязнении почвенного покрова тяжелыми металлами, так как учитывают показатели уровня реакции среды и гранулометрический состав почвы [36]. ОДК рассчитаны для шести тяжелых металлов и имеют по три численных значения для различных почвенных условий. Однако перечень природных условий, при которых они применимы, не исчерпывает разнообразие свойств почв не только России, но даже юга ее европейской части [36].

Таблица 7. Ориентировочные допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве (ГН 2.1.7.2511-09)

№ п/п	Наименование вещества	№ CAS	Формула	Группа почв	Величина ОДК (мг/кг) с учетом фона (кларка)
1	2	3	4	5	6
1	Аверсектин С (смесь 8 авермектинов A1a, A2a, B1a, B2a, A1b, A2b, B1b, B2b) (по авермектину B1a)		$C_{48}H_{72}O_{14}$	Для всех типов почв	0,1
2	Кадмий	7440-43-9	Cd	а) песчаные и супесчаные б) кислые (суглинистые и глинистые), pH KCl < 5,5 в) близкие к нейтральным, нейтральные (суглинистые и глинистые), pH KCl > 5,5	0,5 1,0 2,0
3	Медь	7440-50-8	Cu	а) песчаные и супесчаные б) кислые (суглинистые и глинистые), pH KCl < 5,5 в) близкие к нейтральным, нейтральные (суглинистые и глинистые), pH KCl > 5,5	33 66 132
4	Мышьяк	7440-38-2	As	а) песчаные и супесчаные б) кислые (суглинистые и глинистые), pH KCl < 5,5 в) близкие к нейтральным, нейтральные (суглинистые и глинистые), pH KCl > 5,5	2 5 10
5	Никель	7440-02-0	Ni	а) песчаные и супесчаные б) кислые (суглинистые и глинистые), pH KCl < 5,5 в) близкие к нейтральным, нейтральные (суглинистые и глинистые), pH KCl > 5,5	20 40 80
6	Свинец	7439-92-1	Pb	а) песчаные и супесчаные б) кислые (суглинистые и глинистые), pH KCl < 5,5 в) близкие к нейтральным, нейтральные (суглинистые и глинистые), pH KCl > 5,5	32 65 130
7	Цинк	7440-66-6	Zn	а) песчаные и супесчаные	55

№ п/п	Наименование вещества	№ CAS	Формула	Группа почв	Величина ОДК (мг/кг) с учетом фона (кларка)
1	2	3	4	5	6
				б) кислые (суглинистые и глинистые), pH KCl < 5,5	110
				в) близкие к нейтральным, нейтральные (суглинистые и глинистые), pH KCl > 5,5	220

2) Использование ПДК проблематично при загрязнении почвы несколькими тяжелыми металлами (загрязняющими веществами), это особенно актуально для земель сельскохозяйственного назначения, находящихся вокруг промышленных городов. Почвы на землях, расположенных вокруг промышленных городов, имеют в своем составе повышенные концентрации химических элементов (Pb, Cd, Zn, Hg, Cu, Ni, Cr и др). Набор этих элементов, даже если их концентрации близки к уровню ПДК, но не превышают его, может отрицательно действовать на здоровье человека и состояние растений, что обусловлено, во-первых, сложением отрицательного физиологического воздействия, а во-вторых, синергическим взаимодействием элементов [36].

3) Использование в экологических исследованиях только значений ПДК не позволяет реально оценить степень загрязнения территории. Для этого, помимо ПДК, необходимо принимать во внимание фоновое содержание металлов в почвах [36]. Согласно ГОСТ 27593-88 фоновое содержание веществ в почве – содержание вещества в почве, соответствующее ее природному составу.

4) При оценке загрязнения почв тяжелыми металлами (загрязняющими веществами), как правило, определяют их валовое содержание и, реже, содержание подвижных форм [36]. По мнению многих исследователей этого недостаточно. Они считают, что необходимо учитывать и другие формы соединений металлов, поскольку именно этим определяется степень их опасности. Для более объективной оценки степени загрязнения почв предлагается использовать метод последовательных экстракций, который позволяет определить следующие формы: легкорастворимые, связанные с органическим веществом и карбонатами, с амфотерными гидроксидами и оксидами железа и марганца, входящих в состав глинистых минералов [36]. Такой подход позволяет охарактеризовать процессы миграции и аккумуляции металлов в ландшафтах, изучить механизмы почвенно-геохимических процессов, дать рекомендации по обоснованию мероприятий в целях рационального использования и охраны почв [36]. Однако нормативов на содержание указанных форм тяжелых металлов в почве не существует. Более того, широкое применение по-

добного подхода при почвенно-экологическом мониторинге сделает его значительно дороже [36].

В связи с тем, что существуют проблемы применения системы ПДК, ряд исследователей рекомендует включать в программу мониторинга дополнительные показатели. Такие показатели, которые отражают совокупное воздействие токсикантов на биологические объекты с выделением реакции животных, растений, микроорганизмов.

В качестве одного из таких критериев реакции почвы на загрязнение тяжелыми металлами можно использовать *чувствительность почвенной биоты* [36].

Кроме ПДК, ОДК и фоновых значений, для оценки загрязнения почв двумя и более тяжелыми металлами, производится расчет *суммарного показателя загрязнения (Z_с)*:

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_c - (n-i), \quad (1)$$

где:

K_с - коэффициенты техногенной концентрации, превышающие 1;

n - число тяжелых металлов с K_с > 1.

Коэффициент техногенной концентрации тяжелых металлов (K_с) рассчитывается по формуле:

$$K_c = K_{\text{общ.}}/K_{\text{фон.}}, \quad (2)$$

где:

K_{общ.} - содержание тяжелых металлов в загрязненной почве;

K_{фон.} - содержание металлов в фоновой (незагрязненной) почве.

При этом уровень загрязнения считается низким, если Z_с находится в пределах 0-16; средним (умеренно опасным), если Z_с = 16-32; высоким (опасным), если Z_с = 32-128; очень высоким (чрезвычайно опасным), если Z_с > 128.

Мы считаем, что суммарный коэффициент техногенного загрязнения при использовании его для оценки воздействия промышленных предприятий на прилегающую территорию является более информативным, чем ПДК. Этот показатель позволяет учитывать взаимодействие тяжелых металлов и их совместное воздействие на прилегающую территорию.

В то же время, использование суммарного коэффициента техногенного загрязнения, так же, как и система ПДК, имеет ряд ограничений. Этот коэффициент не учитывает токсичные свойства каждого отдельного ТМ загрязняющего почву. ТМ по степени опасности делятся на классы, различные по классу опасности тяжелые металлы оказывают различный эффект на почву. К примеру, одинаковый показатель суммарного загрязнения

почвы (Z_c) равный, допустим 12, может получиться при превышении ПДК Cd в 2 раза, Cu в 8 и Ni в 4 раз, а также при превышении ПДК Cd в 2,5 раза, Cu в 5,5 и Ni в 6 раз. В первом случае сельскохозяйственные культуры - погибнут из-за губительной концентрации Cu; во втором случае - они будут находиться в сложных, но жизнеобеспечивающих условиях [39]. Кроме того, одно и то же числовое значение Z_c может характеризовать различный средний уровень концентрации загрязнителей в почве в зависимости от того какое количество элементов анализируется, а величина показателя Z_c не несет никакого практического содержания [39].

1.4. Характеристика приемов, снижающих токсичность тяжелых металлов в почвах

Существуют два направления борьбы с загрязнением сельскохозяйственных земель тяжелыми металлами.

Первое направление - предотвращение поступления тяжелых металлов в почву, посредством внедрения на вредных производствах экологически безопасных технологий.

Второе направление - борьба с уже существующим загрязнением: тяжелые металлы выводятся за пределы почвенного профиля или они переводятся под действием различных факторов в нерастворимые (недоступные растениям) соединения.

В случае, когда тяжелые металлы выводятся за пределы почвенного профиля, снижается валовое содержание тяжелых металлов в почве, но существует некоторая опасность их проникновения в грунтовые воды. Если же тяжелые металлы переводятся в недоступные растениям соединения, их валовое содержание не снижается. Тяжелые металлы постепенно накапливаются в верхнем горизонте, хотя и в малоподвижном, недоступном растениям состоянии.

На загрязненных тяжелыми металлами землях сельскохозяйственного назначения для снижения токсичности тяжелых металлов используются следующие приемы: известкование, внесение органических удобрений, искусственных и природных сорбентов. Если уровень загрязнения сельскохозяйственных угодий тяжелыми металлами крайне высок, то могут быть использованы и механические приемы по удалению, засыпке, запахиванию загрязненного слоя.

Известкование. Защитное действие извести на почвах, имеющих высокий уровень содержания тяжелых металлов, проявляется в виде позитивных изменений в почвенной системе на разных уровнях – химическом, физическом и биологическом [28]:

- известковые материалы образуют с катионами тяжелых металлов труднорастворимые соли: $TM^{2+} + CaCO_3 \rightarrow TMC O_3 \downarrow + Ca^{2+}$;

- при нейтрализации почвенной среды увеличивается катионообменная емкость почвы, возрастает прочность металлоорганических комплексов, усиливаются некоторые физико-химические и химические процессы, способствующие сорбции металлов и, следовательно, увеличивается специфическое и неспецифическое поглощение тяжелых металлов;

- нейтральная, или близкая к нейтральной реакция среды стимулирует активность почвенной микрофлоры, способной включать катионы тяжелых металлов в состав своей биомассы. Если процесс образования органического вещества идет интенсивнее минерализации, происходит долговременное закрепление токсичных элементов;

- поступающий в почву в результате известкования кальций улучшает физические свойства почв: способствуя коагуляции почвенных коллоидов, он укрепляет структуру почвы, улучшает водопроницаемость и водоудерживающую способность;

- кальций и другие катионы, содержащиеся в известковых материалах, являются антагонистами катионов тяжелых металлов при поступлении в растение.

При известковании почв необходимо принимать во внимание свойства металлов, почв и выращиваемых культур.

При внесении извести в почву подвижность большинства тяжелых металлов уменьшается. Однако подвижность некоторых тяжелых металлов может увеличиваться при внесении извести. Например, подвижность хрома и молибдена при внесении в почву извести будет увеличиваться, что необходимо учитывать при известковании сельскохозяйственных земель с высоким содержанием хрома и молибдена.

Снижение подвижности тяжелых металлов при известковании тоже достаточно различно. Например, в отношении свинца, меди, никеля и других малоподвижных металлов внесение извести является эффективным приемом, а в отношении кадмия результаты не столь однозначны.

Устойчивость почв к известкованию. Одним из важных свойств почвы является ее буферность: способность сопротивляться внешним воздействиям. В наибольшей степени этой способностью обладают почвы с тяжелым гранулометрическим составом и высоким содержанием гумуса [36]. Однако буферность почвы противостоит также и известкованию сельскохозяйственных земель загрязненных тяжелыми металлами.

Для снижения подвижности тяжелых металлов на сельскохозяйственных угодьях доза внесения извести в почву должна определяться в зависимости от гранулометрического состава почв. Например, в кислой дерново-подзолистой песчаной и супесчаной почве, как правило, достаточно дозы извести 5 т/га. Для почв имеющих тяжелосуглинистый и глинистый гранулометрический состав, доза должна быть выше нормы (5 т/га).

Таким образом, известкование сильнозагрязненных ТМ почв с тяжелым гранулометрическим составом и слабокислой или близкой к нейтральной реакцией среды мало эффективно.

Реакция сельскохозяйственных культур на известкование. Сельскохозяйственные культуры обладают различной реакцией на внесение извести в почву. Поэтому при проведении рекультивации земель, нужно учитывать какие культуры будут выращиваться после проведения рекультивации.

При известковании вместе с подвижностью тяжелых металлов снижается и подвижность ряда микроэлементов. Снижение ряда микроэлементов в почве будет влиять на урожайность некоторых культур. Например, картофель и лен чувствительны к известкованию.

Роль органических удобрений. Наименее устойчивыми к загрязнению являются малогумусированные низкоплодородные почвы со слабой буферной способностью[36]. Внесение органических удобрений при рекультивации земель приводит к повышению устойчивости почв к антропогенному воздействию.

Органические удобрения снижают подвижность тяжелых металлов. Однако большое влияние на подвижность тяжелых металлов в почве оказывает степень разложения органических удобрений. Неразложившиеся органические удобрения повышают подвижность тяжелых металлов. Это надо учитывать при внесении в почву органических удобрений в процессе рекультивации земель. Неразложившиеся органические удобрения, после рекультивационного периода (от одного до нескольких десятков лет), могут повышать подвижность ТМ и влиять на урожайность сельскохозяйственных культур.

Применение органических удобрений для снижения подвижности тяжелых металлов является эффективным приемом, его необходимо применять в комплексе с другими мероприятиями.

Использование природных и искусственных сорбентов. Применение сорбирующих материалов способствует к созданию геохимических барьеров на пути миграции ТМ из почвы в растения и снижению биологической доступности загрязняющих веществ. К сорбирующим материалам относятся: опоки, вермикулит, бентонит, цеолит и другие. Одним из перспективных природных сорбентов считается цеолит [36].

Для получения необходимого эффекта норма цеолита не должна быть ниже 40-50 т/га на низкоплодородных почвах, а на плодородных, имеющих тяжелый гранулометрический состав и относительно высокое содержание гумуса почвах норма должна быть еще выше. Чаще всего применение цеолитов оказывается экономически нецелесообразно и возможно лишь в случае, когда они являются местным сырьем [36].

Кроме природных сорбентов предпринимаются попытки создания искусственных сорбентов. Например, активированный уголь.

Глинование. Большое влияние на подвижность ТМ оказывает минералогический и гранулометрический состав почв. При рекультивации легких почв загрязненных ТМ можно применять глинование почв. Отмечено, что почвенные глинистые минералы сорбируют тяжелые металлы тем сильнее, чем больше органического вещества содержится в почве [36].

Имеют значение и свойства самих металлов. Установлено, что прочность фиксации глинистыми минералами тяжелых металлов убывает в ряду: $Pb^{2+} > Zn^{2+} > Cd^{2+}$ [36].

Однако применение глинования почв в процессе рекультивации загрязненных ТМ земель не всегда эффективно.

Во-первых, для снижения подвижности ТМ в почве норма применяемой глины должна быть очень высокой. Так, для того, чтобы увеличить долю физической глины на 10% (по классификации Н.А. Качинского) и перевести почву из одной категории (например, супесчаной) в другую (легкосуглинистую), требуется 200-300 т/га глины. При этом необходимо учитывать и ее минералогический состав [36].

Во-вторых, глинование может вызвать подкисление почв и снизить концентрацию химических элементов, необходимых живым организмам для обеспечения нормальной жизнедеятельности. Поэтому оно должно сопровождаться известкованием, внесением органических и минеральных удобрений. В целом глинование является весьма дорогостоящим мероприятием, которое может проводиться, если месторождение глины находится недалеко [36].

Применение минеральных удобрений. В процессе рекультивации земель для снижения подвижности ТМ в почве можно применять минеральные удобрения. Однако внесение в почву минеральных удобрений также может приводить и к отрицательному эффекту. Отмечено, что некоторые минеральные удобрения содержат в своем составе токсичные металлы и оказывают, таким образом, не очищающее, а, скорее, загрязняющее влияние на почву. Более того, большинство минеральных удобрений является гидролитически и/или физиологически кислыми солями, поэтому систематическое их внесение в средних и высоких дозах ведет к подкислению почв и, следовательно, к увеличению подвижности тяжелых металлов [36].

Фосфорные удобрения вступают во взаимодействие и тяжелыми металлами, образуя с ними нерастворимые соли. При этом снижается подвижность, как фосфора, так и тяжелых металлов [36].

Фитомелиорация. Фитомелиорация или фиторемедиация - от греческого "фитон" (растение) и латинского "ремедиум" (восстанавливать). Фитомелиорацию в настоящее время считают одним из наиболее перспективных способов снижения токсичности тяжелых металлов в почве. На биологическом этапе рекультивации земель загрязненных ТМ высеваются специально подобранные культуры, которые концентрируют в своей биомассе тяжелые металлы.

По степени аккумуляции металлов в биомассе предложено выбирать растения, накапливающие более 1% содержания металлов или в 100 раз больше, чем обычно обнаруживают в растениях [36].

Установлены следующие закономерности по накоплению металлов растениями (Стратегия..., 2002) [36]:

- по кадмию (Cd): люпин>вика>клевер>редис>кукуруза>овес>ячмень>озимая пшеница;
- по свинцу (Pb): люпин>клевер>вика>редис>кукуруза>овес>озимая пшеница>ячмень;
- по цинку (Zn): клевер>вика>люпин>редис>кукуруза>овес>озимая пшеница>ячмень;
- по меди (Cu): клевер>вика>люпин>редис>кукуруза>овес>ячмень>озимая пшеница.

Кроме того, для снижения токсичных свойств тяжелых металлов в почве на биологическом этапе рекультивации можно использовать ряд дикорастущих видов растений: горчица сарептская и белая, пырей, ива прутовидная, ярутка синеватая, рапс и другие.

Вокруг промышленных городов почвы обычно загрязнены несколькими химическими элементами, поэтому на биологическом этапе рекультивации земель целесообразно использование смеси видов.

После фитомелиорации требуется уборка и утилизация полученной биомассы. В качестве основного приема по утилизации предлагается ее использование в качестве биотоплива или для рекуперации из нее цветных металлов, либо складирование на специальных свалках [36]. В то же время в этих рекомендациях недостаточное внимание уделяется загрязнению воздушной среды, связанному со сжиганием (выбросы окислов углерода, азота, серы, других загрязнителей), технологическим трудностям высушивания материала и другим проблемам [36].

Вокруг промышленных городов выявляются участки, имеющие чрезвычайно высокий уровень загрязнения ($Z\phi > 128$), в этом случае мероприятия по ограничению подвижности металлов на сельскохозяйственных землях становятся неприемлемыми. Причиной этого является достижение ими предела фитотоксичности, при котором происходит угнетение и гибель как травянистой (при меньших концентрациях металлов), так и древесной растительности (при больших концентрациях металлов) [36]. В этом случае используются механические приемы по удалению, засыпке, запахиванию загрязненного слоя. Рекульти-

вация на таких землях включает два этапа: технический и биологический этап рекультивации. Такие сельскохозяйственные угодья можно отнести к нарушенным землям.

Обобщая вышесказанное, можно отметить, что большинство перечисленных приемов имеют как положительные, так и отрицательные стороны. В разных условиях они ведут себя по-разному, поэтому при выборе приема снижения токсичного влияния тяжелых металлов на почву, нужен всесторонний учет: свойств почвы, свойств тяжелых металлов, свойств выращиваемой культуры и т.д.

Также в каждом конкретном случае рекомендуемые мероприятия по восстановлению загрязненных тяжелыми металлами почв должны быть экономически обоснованы.

1.5. Методика определения ущерба от нарушений и загрязнения земель

Для земель загрязненных тяжелыми металлами необходимо определить отрицательную эффективность – ущерб (вред) от данных явлений.

Существенного различия между понятиями «вред» и «ущерб» нет, однако в научной и учебной литературе более распространено понятие «ущерб».

Закон «Об охране окружающей среды» определяет вред, причиненный окружающей среде как - негативное изменение окружающей среды в результате ее загрязнения, повлекшее за собой деградацию естественных экологических систем и истощение природных ресурсов.

Оценка ущерба от загрязнения земель тяжелыми металлами регламентируется порядком определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами утвержденным Роскомземом 10.11.93 и Минприроды России 18.11.93.

Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами предусматривает следующие способы расчёта ущерба от загрязнения земель [14]:

$$П = \sum^n (H_C * S_i * K_B * K_{a(i)} * K_{3(i)} * K_r), \quad (3)$$

где: $П$ - размер платы за ущерб от загрязнения земель одним или несколькими (от 1 до n) химическими веществами (тыс. руб.);

H_C - норматив стоимости сельскохозяйственных земель (тыс. руб./га). Стоимость земель городов и населенных пунктов определяется органами Роскомзема и утверждается соответствующими органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации;

K_B - коэффициент пересчета в зависимости от периода времени по восстановлению загрязненных сельскохозяйственных земель (табл. 8);

S_i - площадь земель, загрязненных химическим веществом i -го вида (га);

$K_{a(i)}$ - коэффициент пересчета в зависимости от степени загрязнения земель химическим веществом i -го вида (табл. 9);

$K_{3(i)}$ - коэффициент экологической ситуации и экологической значимости территории i -го экономического района (табл. 10);

K_r - коэффициент пересчета в зависимости от глубины загрязнения земель (табл. 11).

Таблица 8. Коэффициенты пересчета теряемого ежегодного дохода в зависимости от периода времени по их восстановлению

Продолжительность периода восстановления нарушенного производства	Коэффициент пересчета теряемого ежегодного дохода	Продолжительность периода восстановления нарушенного производства	Коэффициент пересчета теряемого ежегодного дохода
1 год	0,9	8-10 лет	5,6
2 года	1,7	11-15 лет	7,0
3 года	2,5	16-20 лет	8,2
4 года	3,2	21-25 лет	8,9
5 лет	3,8	26-30 лет	9,3
6-7 лет	4,6	31 и более лет	10

Таблица 9. Коэффициенты ($K_{a(i)}$) для расчета размеров ущерба в зависимости от степени загрязнения земель химическими веществами

Уровень загрязнения земель	Степень загрязнения	$K_{a(i)}$
1	Допустимая	0
2	Слабая	0,3
3	Средняя	0,6
4	Сильная	1,5
5	Очень сильная	2,0

Таблица 10. Коэффициенты ($K_{3(i)}$) экологической ситуации и экологической значимости территории

Экономические районы Российской Федерации	$K_{3(i)}$
Северный	1,4
Северо-Западный	1,3
Центральный	1,6
Волго-Вятский	1,5
Центрально-Черноземный	2,0
Поволжский	1,9
Северо-Кавказский	1,9
Уральский	1,7
Западно-Сибирский	1,2
Восточно-Сибирский	1,1
Дальневосточный	1,1

Таблица 11. Коэффициенты (K_r) для расчета ущерба в зависимости от глубины загрязнения земель

Глубина загрязнения земель, см	K_r
0-20	1,0
0-50	1,3
0-100	1,5
0-150	1,7
0- >150	2,0

В выше приведенной формуле показатели нормативов стоимости сельскохозяйственных земель устарели. В современных условиях рыночной экономики и платности землепользования норматив стоимости (H_c) следует заменить на рыночную стоимость земель (C_p), подвергшихся загрязнению (до того, как они были загрязнены). И тогда, предыдущая формула примет вид [35]:

$$П = \sum^n (C_p * S_i * K_B * K_{a(i)} * K_{3(i)} * K_r), \quad (4)$$

При загрязнении земель тяжелыми металлами наносится ущерб не только плодородию почв, но и хозяйствующим субъектам, потеря дохода в период восстановления земельного участка или потеря дохода в случае выбытия из оборота земельного участка.

Исходя вышесказанного, можно сделать вывод, что при загрязнении (нарушении) земель тяжелыми металлами различают два вида ущерба: экологический и экономический (Схема 2).

Схема 2. Ущерб для земель сельскохозяйственного назначения от нарушений и загрязнения земель тяжелыми металлами



Утвержденный Роскомземом 10 ноября 1993 года и Минприроды РФ 18 ноября 1993 года *Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами* также ориентирован на определение экономического ущерба.

Экологический ущерб может быть оценен уровнем превышения предельно допустимых концентраций загрязнителей, ухудшением гидрогеологических параметров территорий, снижением плодородия сельскохозяйственных угодий, ухудшением качества производимой продукции на таких землях и др.

Поэтому, при определении ущерба от воздействия негативных (вредных) природных, антропогенных и техногенных явлений, используется понятие эколого-экономического ущерба.

Приведенные формулы 3 и 4 имеют существенный недостаток – они не учитывают фактор времени при определении эколого-экономического ущерба от нарушений и

загрязнения земель.

В рыночных условиях землепользование базируется на принципе платности за его использование, и логично было бы рассчитывать эколого-экономический ущерб от нарушений и загрязнения земель тяжелыми металлами по формуле:

$$Y_{\text{э}} = C_{\text{рек}} + B_y, \quad (5)$$

где:

$C_{\text{рек}}$ – затраты на рекультивацию;

B_y – упущенная выгода за период неиспользования нарушенных и загрязненных земель.

Приказом Минприроды РФ и Роскомзема от 22 декабря 1995 г. N 525/67"Об утверждении Основных положений о рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы" установлено, что рекультивация земель выполняется в два этапа:

Технический этап рекультивации (техническая рекультивация, а при восстановлении земель, нарушенных горными работами, - горно-техническая рекультивация) включающая подготовку земель, конструирование их поверхности для последующего целевого использования. К ней относятся: планировка поверхности, формирование откосов, снятие, транспортировка и нанесение почв и потенциально плодородных пород на рекультивируемую поверхность, химическая мелиорация грунта, строительство дорог, гидротехнических и мелиоративных сооружений и др. [33];

Биологический этап рекультивации (биологическая рекультивация) включающая мероприятия по восстановлению плодородия земель. К ней относится комплекс агротехнических и фитомелиоративных мероприятий, направленных на возобновление флоры и фауны, восстановление хозяйственной продуктивности земель [33].

Однако иногда еще выделяют и подготовительный этап, который включает инвестиционное обоснование мероприятий по рекультивации нарушенных земель и разработку рабочей документации.

Продолжительность технического и биологического этапа рекультивации условно называют рекультивационным периодом, который в зависимости от степени загрязнения земель и их целевого использования может быть от одного до нескольких десятков лет.

Эколого-экономический ущерб от загрязнения земель тяжелыми металлами равен стоимости биологического этапа рекультивации плюс упущенная выгода за период, когда земельный участок не использовался (биологический этап рекультивации).

Эколого-экономический ущерб от нарушения земель тяжелыми металлами равен стоимости полной рекультивации (технический и биологический этап рекультивации) плюс упущенная выгода за период, когда земля находилась в нарушенном состоянии и период полной рекультивации (технический и биологический этапы рекультивации 5-8 лет).

Упущенная выгода - это недополученный доход, которые обладатели прав на земельные участки получили бы при обычных условиях землепользования, если бы их права не были нарушены [34].

Земельный кодекс статьей 57 установил, что ухудшение качества земель в результате деятельности других лиц должна быть возмещена в полном объеме, включая упущенную выгоду.

Расчет размера упущенной выгоды осуществляется путем *дисконтирования будущих доходов*, не полученных за период неиспользования земельного участка вследствие его загрязнения (нарушения) и восстановления нарушений производства, которые обладатели прав на земельные участки получили бы при обычных условиях гражданского оборота, если бы их права не были нарушены [34].

Доходом собственника земельного участка является:

- арендная плата за предоставленный земельный участок
- разница за определенный период времени между денежными поступлениями (стоимость реализованной продукции) и денежными выплатами (затратами) – денежный поток. Такой подход используется преимущественно для земель сельскохозяйственного назначения.

Размер упущенной выгоды за период восстановления нарушенного производства (получения дохода) рассчитывается методом дисконтирования денежных потоков по формуле [34]:

$$By = \sum_{j=1}^n \frac{I_j}{(1+R)^j}, \quad (6)$$

где: By - размер упущенной выгоды на момент оценки за весь период неиспользования земельного участка;

I_j – ежегодный чистый доход, недополученный за период восстановления нарушенного производства j -го периода (денежный поток);

R - ставка дисконтирования;

j - номер периода.

Дисконтированием для целей данных расчетов понимается процесс приведения всех будущих доходов к дате проведения расчета убытков по соответствующей ставке

дисконтирования [34]. В данной ситуации целесообразно использовать простой и доступный метод для расчета ставки дисконтирования – метод кумулятивного построения:

$$R = R_f + R_V + R_l + R_m, (7)$$

где: R_f - безрисковая ставка дохода;

R_V - премия за риск вложения в недвижимость;

R_l - премия за риск низкой ликвидности;

R_m - премия за риск менеджмента.

Глава 2. Оценка ущерба от нарушений и загрязнения земель тяжелыми металлами вокруг города Сибай Республики Башкортостан

2.1. Физико-географическая характеристика исследуемой территории

Республика Башкортостан субъект Российской Федерации в Приволжском федеральном округе. Баймакский район, расположен на юго-востоке Республики Башкортостан. Он граничит с Хайбуллинским, Абзелиловским, Бурзянским, Зилаирским районами Республики Башкортостан, а также с Кваркинским районом Оренбургской области, Кизильским районом Челябинской областью.

Основным загрязнителем Баймакского района является город Сибай. В сводках Комитета Экологии в числе наиболее напряженных по экологической ситуации в России названы города Республики Башкортостан. К их числу относится город Сибай. На территории города Сибай находится более 36 крупных промышленных объектов.

Сибай территориально расположен в Баймакском районе Республики Башкортостан (Рисунок 2). Название города произошло от древнего башкирского имени - Сибай. Так звали основателя деревни Старосибаево. В 1913 году близ деревни Старосибаево было открыто месторождение медно-серных руд. В 1939 году к югу от деревни Старосибаево было открыто Новосибайское месторождение полиметаллических руд, и был основан поселок городского типа - Сибай. В 1955 году Указом Президиума Верховного Совета РСФСР он был преобразован в город республиканского подчинения [54].



Рис.2. город Сибай.

На становление и социально-экономическое развитие города Сибая накладывает отпечаток специфика его географического положения – город является единственным в Республике Башкортостан населённым пунктом такого масштаба, удалённым от столицы республики города Уфы на расстояние в 521 км.

Климат Баймакского района является умеренным с выраженной континентальностью. Лето умеренно теплое, иногда жаркое, сухое и солнечное, а зима холодная, часто малоснежная. Башкирское Зауралье находится в зоне недостаточного увлажнения. Для лета характерны сильные кратковременные грозовые дожди. Но влага быстро испаряется, лишь незначительная часть ее задерживается в почве. Наибольшее количество выпавших осадков наблюдается весной и летом.

Большие площади в Баймакском районе остепнены. Лесами занято 126,4 тыс. га (24,4 % общей площади района). Леса Баймакского района приурочены к горным склонам, долинам рек и ручьев и болотным ландшафтам.

Согласно многолетней розе ветров преобладающими направлениями ветра в Сибее являются: южное, юго-западное и западное. В летние месяцы значительно возрастает повторяемость северных и северо-западных. В холодный период высока повторяемость штилей и слабого ветра 0-1 м/с. Средняя годовая скорость ветра в Сибее 4,7 м/с, максимальная - 34 м/с (Рисунок 3).

Почасовые данные скорости ветра (2015) по области - [Стерлитамак](#) [Уфа](#) [Магнитогорск](#)



Рис.3.Направление ветра в г.Сибай

В Баймакском районе почвенный покров в основном представлен черноземами. Чернозёмы занимают 73% территории степной зоны и 31% лесостепной зоны республики (32% всей территории). Они сформированы на карбонатных тяжелосуглинистых почвообразующих породах. Встречаются подтипы: оподзоленные, выщелоченные, типичные, обыкновенные и южные, которые, в свою очередь, подразделяются по мощности гумусового горизонта, содержанию гумуса, механическому составу. В республике преобладают тяжелосуглинистые чернозёмы [58].

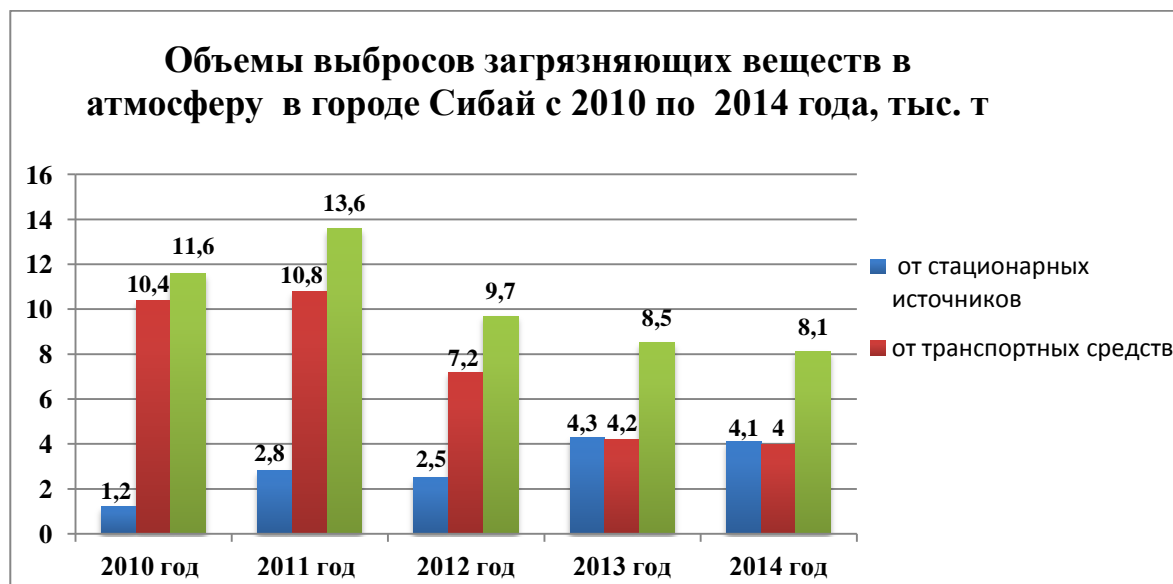
В Баймакском районе в основном используются черноземы обыкновенные, тучные и выщелоченные. Эти почвы отзывчивы на внесение органических и минеральных удобрений.

Баймакский район является одним из ведущих сельскохозяйственных районов Республики Башкортостан, специализирующийся на возделывание пшеницы.

2.2. Основные источники загрязнения территории и их компоненты

В городе Сибай объем валовых выбросов от передвижных и стационарных источников загрязнения атмосферного воздуха в 2014 году составил 8,1 тыс. т. (Диаграмма 1). [47].

Диаграмма 1. Объемы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в городе Сибай



Как видно из диаграммы объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу за последние года значительно снизился.

Основными загрязнителями атмосферы от стационарных источников являются: предприятие цветной металлургии Сибайский филиал ОАО «Учалинский ГОК» (2014 год-

0,576 тыс. т) и предприятие электроэнергетики – Зауральская ТЭЦ ООО «БГК» (2014 год - 0,661 тыс. т). В 2014 году в расчете на одного жителя города выбросы в атмосферу составили 0,127 тонны, а выбросы в атмосферу загрязняющих веществ на 1 га территории – 0,526 тонн.

Сибайский филиал ОАО «Учалинский ГОК»

Башкирский медно-серный комбинат - градообразующее предприятие города Сибая. БМСК был образован в 1948 году, занимается добычей и обогащением полиметаллических руд. В сентябре 2004 году на его производственной базе был образован Сибайский филиал ОАО «Учалинский ГОК».

Сибайский филиал ОАО «Учалинский ГОК» обладает всей инфраструктурой горно-обогатительного производства. В его составе подземный рудник, обогатительная фабрика, известняковый карьер, а также вспомогательные производства – железнодорожный и энергетический цеха, центральная лаборатория, служба информационных технологий и связи, служба технического контроля (Рисунок 4) [49].

На сегодняшний день основным направлением деятельности Сибайского филиала ОАО «Учалинский ГОК» является развитие сырьевой базы. Главным производственным объектом предприятия является Сибайская обогатительная фабрика (СОФ). Сибайская обогатительная фабрика работает на руде Камаганского месторождения и Ново-Сибайского месторождения.



Рис.4. Сибайский филиал ОАО «Учалинский ГОК» (космоснимок)

Основные виды продукции Сибайского филиала ОАО «УГОК»: медный и цинковый концентрат, щебень известняковый, известь.

В 2010 году в Камаганском карьере прекратилась добыча руды открытым способом (Рисунок 5). После перехода на этом карьере на подземный способ добычи руды, объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от Сибайского филиала ОАО «УГОК» снизился на 33%. В 2014 году объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух Сибайским филиалом ОАО «УГОК» составил 0,576 тыс.т.



Рис.5. Камаганское месторождение

В 2014 году объем отходов образованный Сибайским филиалом ОАО «УГОК» составил 1,853 млн.т (Табл. 12).

Таблица 12. Объемы отходов, образующихся в результате деятельности Сибайского филиала «Учалинский ГОК», млн т.

Сибайский филиал ОАО «Учалинский ГОК»	Образовано всего отходов		Накоплено отходов
	2013 г	2014 г	На 01.01. 2014 г
	2,796	1,853	7,702

* Таблица составлена автором по данным: Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и окружающей среды республики Башкортостан в 2014 году. - Уфа.: Башкирская издательская компания, 2015.- 326 с.

В 2004 году из Сибайского месторождения была вынута последняя тонна руды (Рисунок 6). Глубина Сибайского медно-цинково-колчеданного месторождения более 505 метров, а диаметр 2 километра. По глубине Сибайский карьер занимает первое место в Европе и второе место в мире.



Рис.6.Сибайское месторождение

Зауральская ТЭЦ

Общая электрическая мощность Зауральской ТЭЦ составляет 30,95 мегаватта, тепловая – 114,56 гигакалорий в час (Рисунок 7). Это одна из крупнейших газопоршневых электростанций в России [49].

Зауральская ТЭЦ снабжает электроэнергией город Сибай и юго-восточные районы Республики Башкортостан.

Основным видом топлива на ТЭЦ является природный газ. Расход топлива ТЭЦ за 2014 год составил 85, 825 тыс. тон.



Рис.7. Зауральская ТЭЦ

Объем выбросов загрязняющих веществ Зауральской ТЭЦ в 2014 году составил 0,661 тыс.т (Таблица 13).

Таблица 13. Объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу Зауральской ТЭЦ

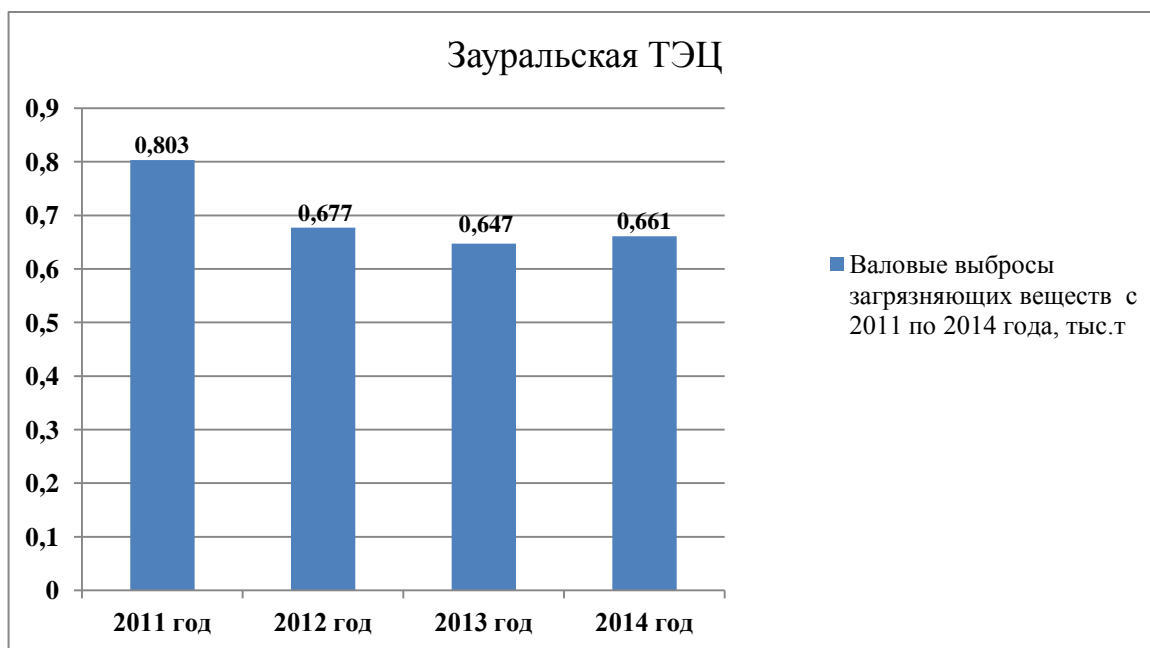
Зауральская ТЭЦ	Выбросы загрязняющих веществ, тыс.т.			
	Всего	Оксид азота	Оксид углерода	Углеводороды и летучие органические соединения
	0,661	0,247	0,363	0,051

В большинстве случаев почвы сельскохозяйственных угодий в зоне воздействия ТЭЦ содержат повышенные концентрации кадмия, свинца, мышьяка, никеля, цинка, железа, ртути, кобальта, марганца.

Значительный вклад в загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами вносят ТЭЦ, где в качестве топлива используется каменный уголь.

В 2014 году наблюдается увеличение выбросов от Зауральской ТЭЦ по сравнению с предыдущим годом на 0,014 тыс.т. Это объясняется увеличением выпуска электроэнергии и отпуска тепла по сравнению с предыдущим годом (Диаграмма 2).

Диаграмма 2. Валовые выбросы Зауральской ТЭЦ загрязняющих веществ с 2011 по 2014 года.



2.3. Оценка эколого-экономического ущерба от загрязнения земель тяжелыми металлами вокруг города Сибай Республики Башкортостан

Земли сельскохозяйственного назначения вокруг города Сибай подвергаются загрязнению тяжелыми металлами. Этот процесс связан с направлением господствующих ветров и может распространяться на значительные расстояния и наносить ущерб сельскохозяйственным предприятиям.

Расположения хозяйств в Баймакском районе Республики Башкортостан и преобладающее направление ветра в городе Сибай представлено на рисунке 8.

Для оценки эколого-экономического ущерба от загрязнения земель тяжелыми металлами вокруг города Сибай нами было выбрано три земельных участка—вблизи поселка Мукасово, Калининском, а также вблизи озёра Култубан. Земельные участки были выбраны на различном расстоянии от города Сибай.

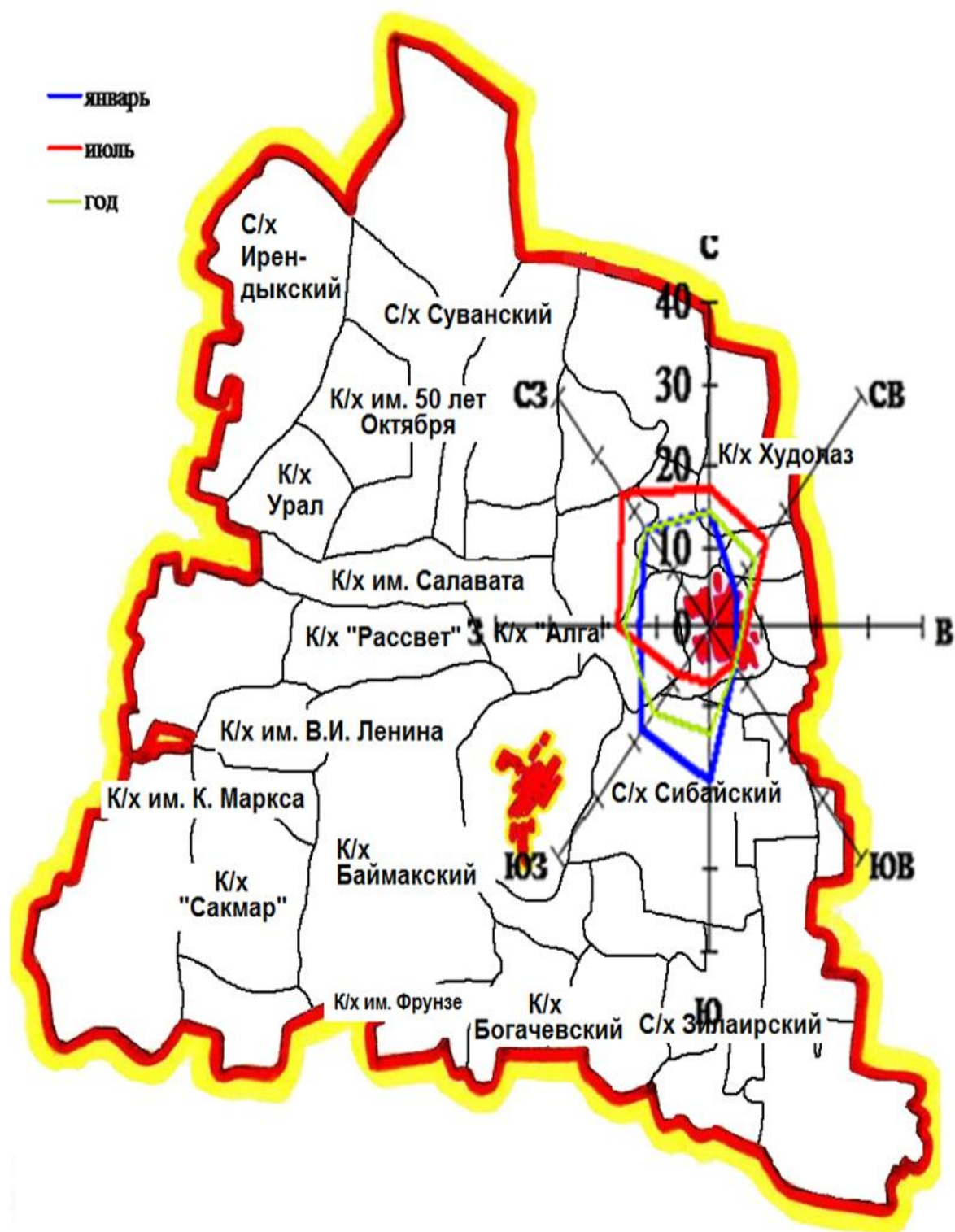


Рис.8. Расположения хозяйств в Баймакском районе Республики Башкортостан и преобладающее направление ветра в городе Сибай

Земельный участок №1 с кадастровым номером 02:06:020902:4 (п. Мукасово-Туркменево), находится в 14 км от города Сибай (Рисунок 9).

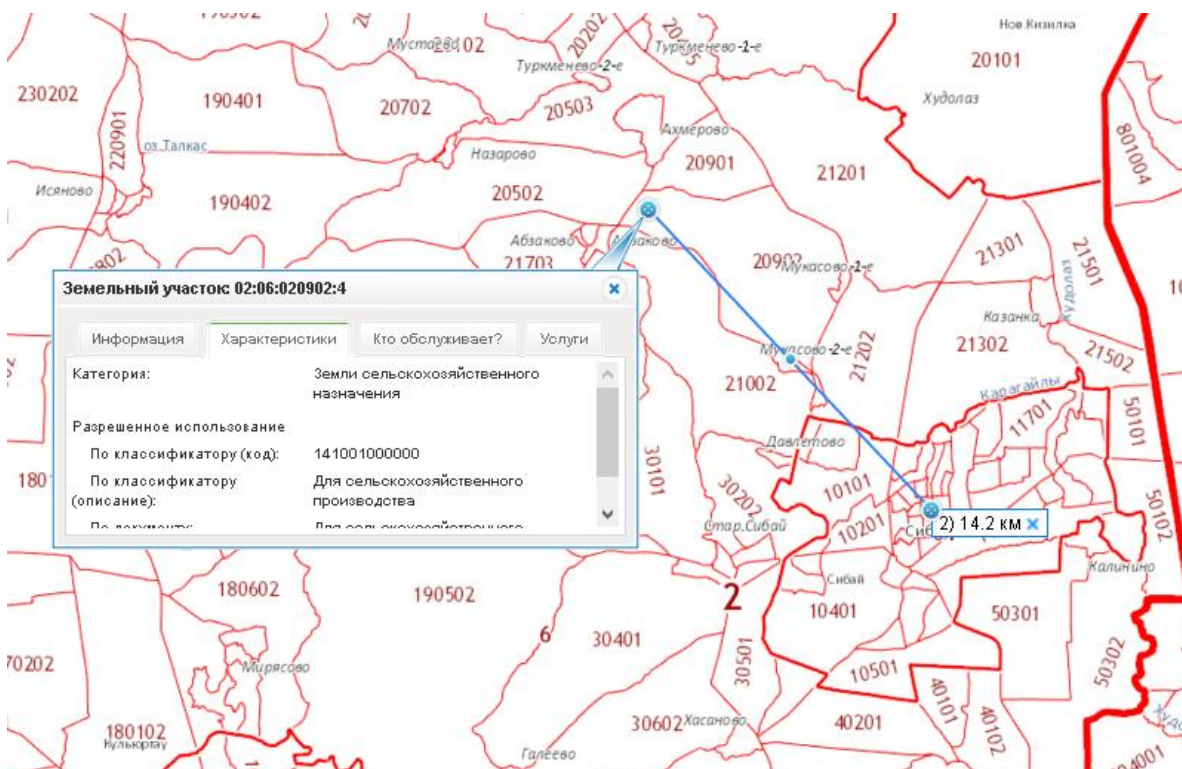


Рис.9. Земельный участок №1

Земельный участок №2 с кадастровым номером 02:06:050302:15 (вблизи оз. Культубан), находится в 8 км от города Сибай (Рисунок 10).

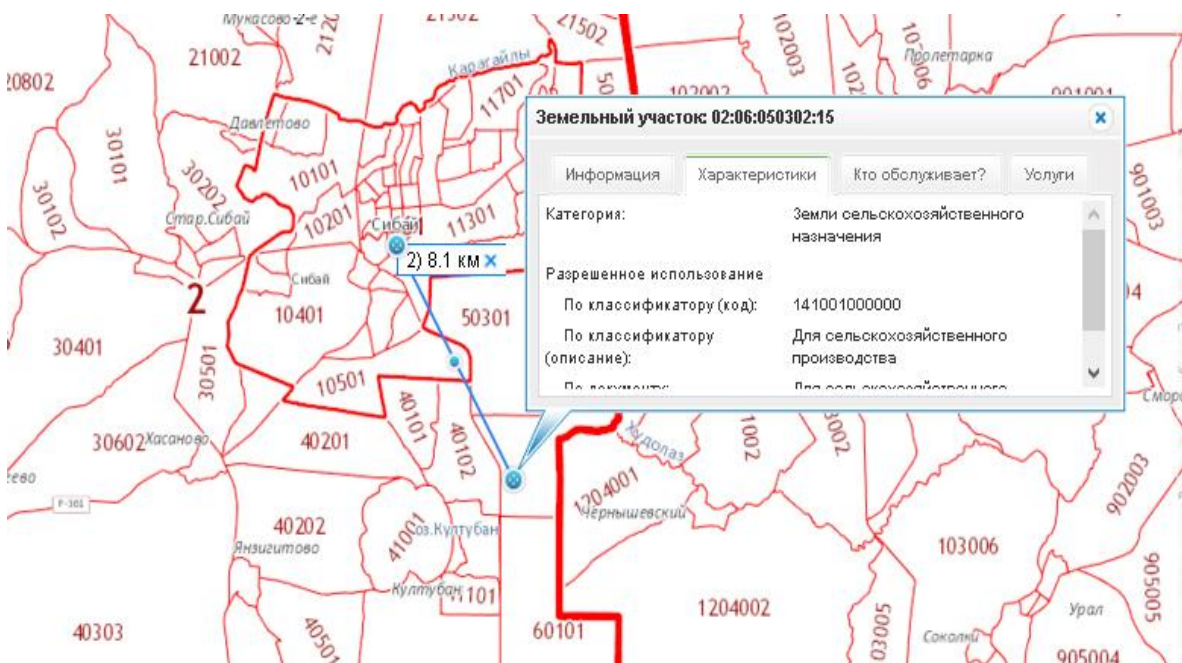


Рис. 10. Земельный участок № 2

Земельный участок № 3 с кадастровым номером 02:06:050102:6 (вблизи п. Калининское), находится в 5 км от города Сибай (Рисунок 11).



Рис. 11. Земельный участок № 3

Для оценки степени загрязненности земельных участков тяжелыми металлами нами использовались данные полученными сотрудниками кафедры геоэкологии и природопользования СПбГУ по валовому содержанию тяжелых металлов (табл. 14) и по содержанию подвижных форм тяжелых металлов в почвах (табл. 15). Валовое содержание тяжелых металлов характеризует общую загрязненность почвы, но не отражает степень доступности тяжелых металлов для растений. Степень доступности для растений отражает содержание подвижных форм тяжелых металлов.

Сотрудники кафедры геоэкологии и природопользования СПбГУ проводили комплексные экологические исследования в зоне воздействия предприятий города Сибай. Изучались степные природно-территориальные комплексы (ПТК) вблизи Сибайского карьера (оз. Култубан), хвостохранилища Сибайской обогатительной фабрики и известнякового карьера (пос. Калининское), а также фоновая территория в пределах Сибай-Гайской рудоносной зоны, находящаяся к северо-западу от города Сибай с подветренной стороны от источников загрязнения (ПТК вблизи пос. Мукасово). Территории по нарастающему антропогенной нагрузки можно расположить в следующей последовательности: пос. Мукасово > оз. Култубан > пос. Калининское [42].

Таблица 14. Валовое содержание ТМ в почвах Башкирского Зауралья, мг/кг

ПТК	Cu	Zn	Ni	Fe	Mn
п. Мукасово-Туркменево, Красноуральско-Сибай-Гайская рудоносная зона (n=35)	<u>49</u> 30-82	<u>235</u> 137-517	<u>34</u> 16-74	<u>40563</u> 17336-106310	<u>1457</u> 324-10957
пос. Калининское, участки вблизи хвостохранилища (n=12)	<u>153</u> 97-205	<u>460</u> 328-622	<u>53</u> 43-68	<u>31 694</u> 30138-33083	<u>704</u> 681-736
Вблизи оз. Култубан, в 10 км к югу от Сибайской обогатительной фабрики и карьера (n=26)	<u>292</u> 125-520	<u>223</u> 50-630	<u>92,5</u> 54-160	n/o	<u>3259</u> 900-15000
Региональный фон	49	223	34	37100	1060
Фон для черноземов	25	68	45	-	-
Кларк по Р. Бруксу, 1986	70	80	100	25000	1000
ОДК, 2009	132	220	80	-	-

* над чертой – содержание ТМ на земельном участке, под чертой – минимальное - максимальное содержание ТМ.

Таблица 15. Содержание подвижных форм ТМ в почвах Башкирского Зауралья, мг/кг

ПТК	Cu	Zn	Fe	Mn	Pb	Ni
п. Мукасово -Туркменево, Красноуральско-Сибай-Гайская рудоносная зона (n=145)	<u>0,8</u> 0,1-1,8	<u>7,2</u> 0,6-21,4	<u>9,4</u> 0,29-18	<u>42,1</u> 19,6-74	<u>1,4</u> 0,01-4,7	<u>0,5</u> 0,01-1,6
пос. Калининское, участки вблизи хвостохранилища (n=12)	<u>2,2</u> 0,4-5,4	<u>65</u> 42-108	<u>0,8</u> 0,2-1,8	<u>52</u> 34,4-84	<u>2,1</u> 1,7-3,1	<u>0,4</u> 0,05-0,8
Вблизи оз. Култубан, в 10 км к югу от Сибайской обогатительной фабрики и карьера (n=26)	<u>2,1</u> 0,2-4,7	<u>31</u> 1,7-77	<u>24</u> 0,6-34	<u>72,2</u> 34,7-113	<u>2,6</u> 1,8-3,4	<u>1,5</u> <0,01-1,7
Региональный фон	0,2	9,7	3,2	29	0,3	0,1
ПДК	3,0	23,0	-	140	6,0	4,0

* над чертой – содержание ТМ на земельном участке, под чертой – минимальное - максимальное содержание.

Отличительная черта почв, подвергшихся антропогенной трансформации – резкое увеличение содержания подвижных форм тяжелых металлов. Вблизи производственных объектов доля их возрастает до 16-24 %. Это обусловлено выбросами диоксида серы, а также окислением сульфидов в отвалах, что вызывает подкисление почв до pH 4,3–5,9 и увеличивает подвижность катионогенных металлов. В загрязненных почвах уровень содержания сульфатов в 26–185 раз превышает фоновые значения [41].

Земельный участок № 1 вблизи поселка Мукасово наименее подвержен негативно-антропогенному влиянию. Земельный участок № 3 вблизи поселка Калинино - участок, находящийся в непосредственной близости к хвостохранилищам Сибайского филиала ОАО «Учалинский ГОК». Здесь отмечена максимальная антропогенная нагрузка Zn (1 класс ТМ по степени их опасности).

Как уже отмечалось в первой главе, существуют проблемы нормирования содержания загрязняющих веществ в почве, поэтому для полной оценки степени загрязнения почв мы будем учитывать ПДК, ОДК, фоновое значение и рассчитаем суммарный коэффициент техногенного загрязнения для трех земельных участков.

Сравнивая содержание тяжелых металлов в почвах с ПДК, ОДК и фоновым значением, мы получим информацию о степени загрязненности земельных участков по отдельным химическим элементам, что позволит оценить, какими тяжелыми металлами загрязнен земельный участок.

Суммарный коэффициент техногенного загрязнения (Z_c) учитывает совместное воздействие тяжелых металлов на выбранные земельные участки и отражает степень загрязненности земельных участков тяжелыми металлами.

Для оценки степени загрязненности земельных участков тяжелыми металлами рассчитаем *суммарный коэффициент техногенного загрязнения* (табл. 16) по формуле (1):

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_c - (n-i), (1)$$

где: K_c - коэффициенты техногенной концентрации, превышающие 1;

n - число тяжелых металлов с $K_c > 1$.

Коэффициент техногенной концентрации тяжелых металлов (K_c) рассчитывается по формуле (2):

$$K_c = K_{\text{общ.}} / K_{\text{фон}}, (2)$$

где: $K_{\text{общ.}}$ - содержание тяжелых металлов в загрязненной почве;

$K_{\text{фон}}$ - содержание металлов в фоновой (незагрязненной) почве.

Таблица 16. Результаты расчета коэффициента техногенной концентрации элемента (K_c) и суммарного коэффициента техногенного загрязнения (Z_c) для выбранных земельных участков

Подвижные формы ТМ в почве	Региональный фон, мг/кг	Земельный участок № 1 (п. Мукасово), мг/кг	Земельный участок № 2 (Берег оз. Култубан), мг/кг	Земельный участок № 3 (п. Калининское), мг/кг	K_c (Земельный участок 1)	K_c (Земельный участок 2)	K_c (Земельный участок 3)
Cu	0,2	0,8	2,1	2,2	4	10,5	11
Zn	9,7	7,2	31	65	0,7	3,2	6,7
Fe	3,2	9,4	24	0,8	2,9	7,5	0,25
Mn	29	42,1	72,2	52	1,5	2,5	1,8
Rb	0,3	1,4	2,6	2,1	4,7	8,7	7
Ni	0,1	0,5	1,5	0,4	5	15	4
$\sum K_c$					18, 1	47,4	30,5
Z_c					14,1	42,4	26,5

* Таблица составлена автором по данным: Опекунов, А.Ю. Геохимия техногенеза в районе разработки Сибайского медно-колчеданного месторождения / А.Ю. Опекунов, М.Ю. Опекунова // Записки горного института, т. 203, - 2013, С. 196-204.

Суммарный показатель загрязнения почв (Z_c) подвижными формами тяжелых металлов в зоне воздействия предприятий города Сибай соответствует категориям «допустимая» (Земельный участок №1 – 14,1), «умеренно опасная» (Земельный участок № 3-26,5) и «опасная» (Земельный участок № 2- 42,4) (табл. 17). Среди выбранных трех земельных участков нет земельного участка соответствующего категории загрязнения почв «чрезвычайно опасная», которая относится к нарушенным землям. Все три земельных участка относятся к загрязненным землям.

Таблица 17. Оценочная шкала опасности загрязнения почв по суммарному показателю загрязнения (Z_c)

Категории загрязнения почв	Величина Z_c
Допустимая	Менее 16
Умеренно опасная	16-32
Опасная	32-128
Чрезвычайно опасная	Более 128

В зависимости от категории загрязнения почв принимаются необходимые мероприятия по восстановлению нарушенных земель (табл. 18).

Таблица 18. Оценка сельскохозяйственных земель по степени загрязнения химическими веществами и мероприятия по их рекультивации (Госкомгидромет СССР, №02 10 51 – 233 от 10.12.90) [36]

Категория почв по степени загрязнения	Характеристика загрязненности почв	Возможное использование	Необходимые мероприятия
1. Допустимое загрязнение	Содержание химических веществ в почве превышает фоновое, но не выше ПДК	Использование под любые культуры	Снижение уровня воздействия источников загрязнения почв. Осуществление мероприятий по снижению доступности токсикантов для растений (известкование, внесение органических удобрений и т.п.)

Категория почв по степени загрязнения	Характеристика загрязненности почв	Возможное использование	Необходимые мероприятия
2. Умеренно опасное загрязнение	Содержание химических веществ в почвах превышает ПДК при лимитирующем общесанитарном, миграционно водном и миграционно воздушном показателям вредности, но ниже ПДК по транслокационному показателю	Использование под любые культуры при условии контроля за качеством сельскохозяйственной продукции	Мероприятия, аналогичные категории 1. При наличии веществ с лимитирующим миграционным водным или миграционным воздушным показателями проводят контроль за содержанием этих веществ в рабочей зоне с/х производства, в поверхностных и подземных водах
3. Высоко опасное загрязнение	Содержание химических веществ в почвах превышает ПДК при лимитирующем транслокационном показателе	Использование под технические культуры без получения на них продуктов питания и кормов, в которых возможно содержание химических веществ выше ПДК. Использование под сельскохозяйственные культуры ограничено за счет растений – концентраторов химических веществ	Кроме мероприятий, указанных для категории 1, обязательный контроль за содержанием токсикантов в растениях, используемых в качестве продуктов питания и кормов. Ограничение использования зеленой массы на корм скоту за счет растений – концентраторов химических веществ
4. Чрезвычайно опасное загрязнение	Содержание химических веществ в почвах превышает ПДК по всем показателям	Исключение из сельскохозяйственного пользования	Мероприятия по снижению уровня загрязнения и связыванию токсикантов в почвах. Контроль за содержанием токсикантов в рабочей зоне с/х производства, в поверхностных и подземных водах

Поскольку все три земельных участка относятся к загрязненным землям и не требуют снятия верхнего плодородного слоя почвы для их восстановления, мы будем рассчитывать для них эколого-экономический ущерб от загрязнения земель тяжелыми металлами.

Эколого-экономический ущерб от загрязнения земель тяжелыми металлами ($Y_{э}$) будем рассчитывать по формуле (5):

$$Y_{э} = C_{рек} + B_y, \quad (5)$$

где:

$C_{рек}$ – затраты на рекультивацию;

B_y – упущенная выгода за период неиспользования нарушенных и загрязненных земель.

Оценка эколого-экономического ущерба от загрязнения земель тяжелыми металлами на земельном участке №1. Земельный участок вблизи поселка Мукасово.

Земельный участок №1 из категории земель сельскохозяйственного назначения с кадастровым номером 02:06:020902:4. Разрешенное использование для сельскохозяйственного производства. Площадь земельного участка 21 341 924 кв. м (Рисунок 12).



План земельного участка 02:06:020902:4

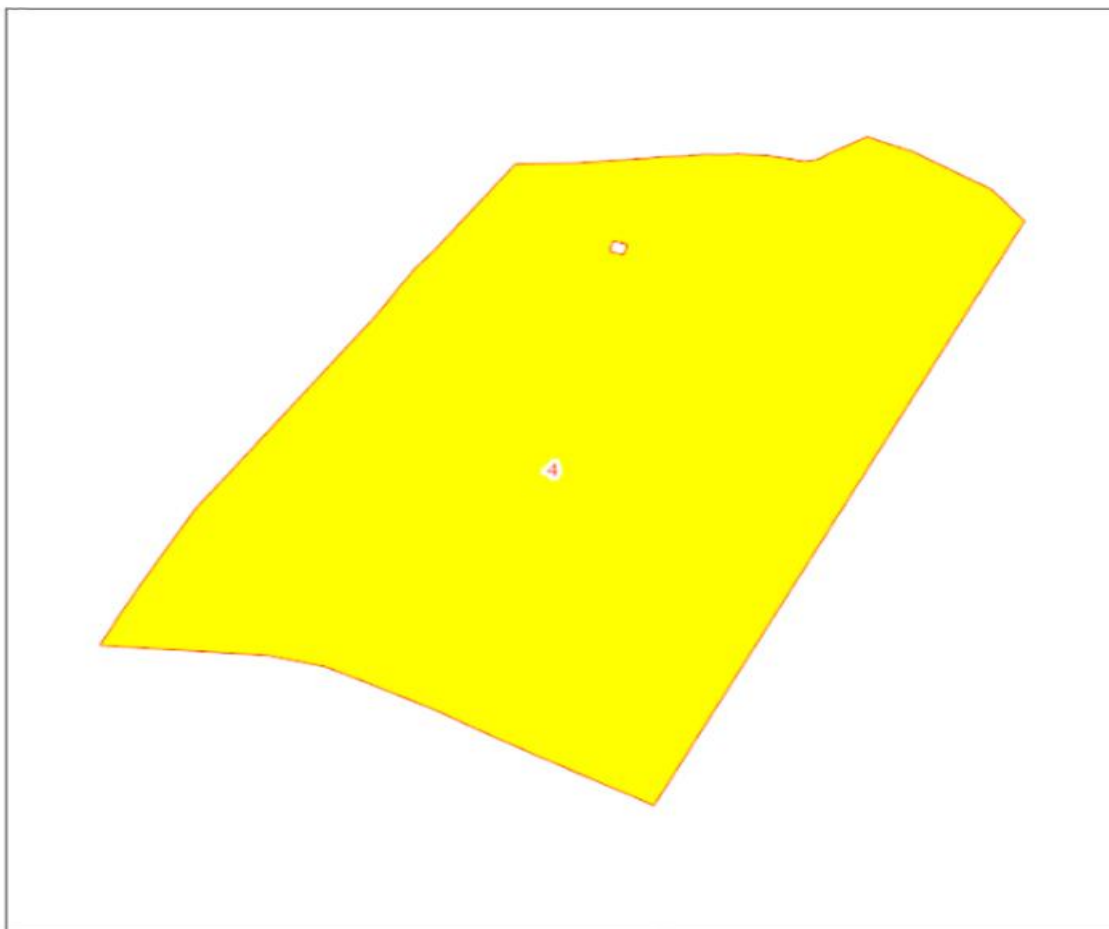


Рис.12. План земельного участка №1

Рассчитаем эколого-экономический ущерб от загрязнения земель тяжелыми металлами на земельном участке № 1 по формуле (5).

Как уже отмечалось, рекультивация проводится в два этапа: технический и биологический этап.

Земельный участок №1 не нуждается в проведение технического этапа рекультивации, поэтому расчетов на технический этап рекультивации мы не проводили.

Для расчета затрат на биологический этап рекультивации на земельном участке №1 воспользуемся информацией о степени загрязненности земельного участка № 1 тяжелыми металлами.

По суммарному показателю загрязнения почв (Z_c) подвижными формами ТМ земельный участок № 1 (14,1) соответствует категории «допустимая».

Валовое содержание тяжелых металлов и содержание подвижных форм тяжелых металлов на земельном участке № 1 представлено в таблицах 19 и 20.

Таблица 19. Валовое содержание ТМ на земельном участке №1, мг/кг

ПТК	Cu	Zn	Ni	Fe	Mn
п. Мукасово (n=35)	<u>49</u> 30-82	<u>235</u> 137-517	<u>34</u> 16-74	<u>40563</u> 17336-106310	<u>1457</u> 324-10957
Региональный фон	49	223	34	37100	1060
Фон для черноземов	25	68	45	-	-
Кларк по Р. Бруксу, 1986	70	80	100	25000	1000
ОДК, 2009	132	220	80	-	-

* Таблица составлена автором по данным: Опекунов, А.Ю. Геохимия техногенеза в районе разработки Сибайского медно-колчеданного месторождения / А.Ю. Опекунов, М.Г. Опекунова // Записки горного института, т. 203, - 2013, С. 196-204.

* над чертой – содержание ТМ на земельном участке № 1, под чертой – минимальное-максимальное содержание ТМ вблизи п.Мукасово.

Таблица 20. Содержание подвижных форм ТМ на земельном участке №1, мг/кг

ПТК	Cu	Zn	Fe	Mn	Pb	Ni
Пос. Мукасово (n=35)	<u>0,8</u> 0,1-1,8	<u>7,2</u> 0,6-21,4	<u>9,4</u> 0,29-18	<u>42,1</u> 19,6-74	<u>1,4</u> 0,01-4,7	<u>0,5</u> 0,01-1,6
Региональный фон	0,2	9,7	3,2	29	0,3	0,1
ПДК	3,0	23,0	-	140	6,0	4,0

* Таблица составлена автором по данным: Опекунов, А.Ю. Геохимия техногенеза в районе разработки Сибайского медно-колчеданного месторождения / А.Ю. Опекунов, М.Г. Опекунова // Записки горного института, т. 203, - 2013, С. 196-204.

* над чертой –содержание ТМ на земельном участке № 1, под чертой – минимальное-максимальное содержание ТМ вблизи п. Мукасово.

Также значение валового содержания тяжелых металлов и содержания подвижных форм тяжелых металлов на земельном участке № 1 показано в диаграммах (Диаграмма 3 и 4).

Диаграмма 3. Валовое содержание тяжелых металлов на земельном участке № 1,

мг/кг

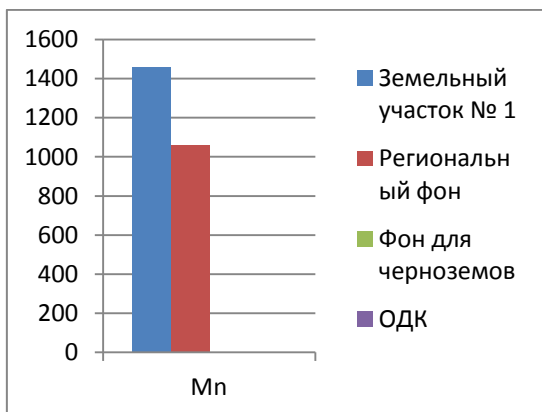
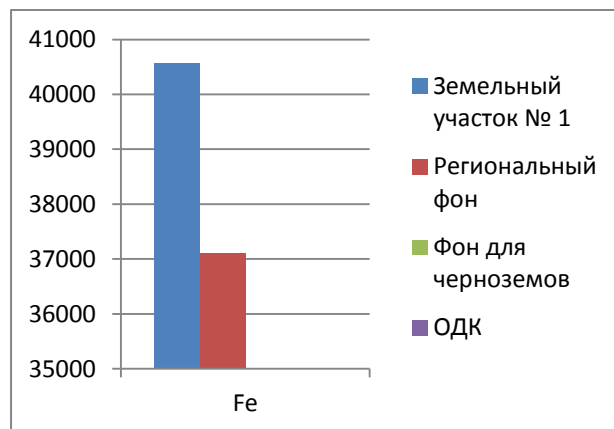
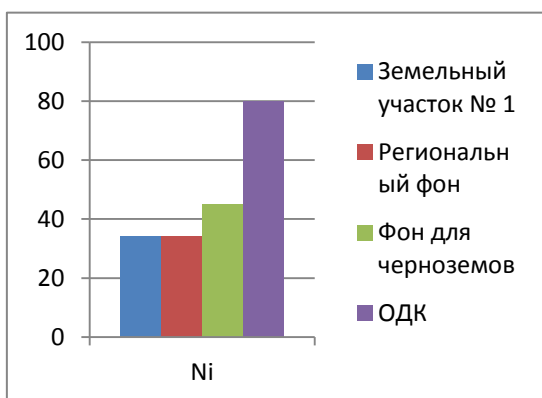
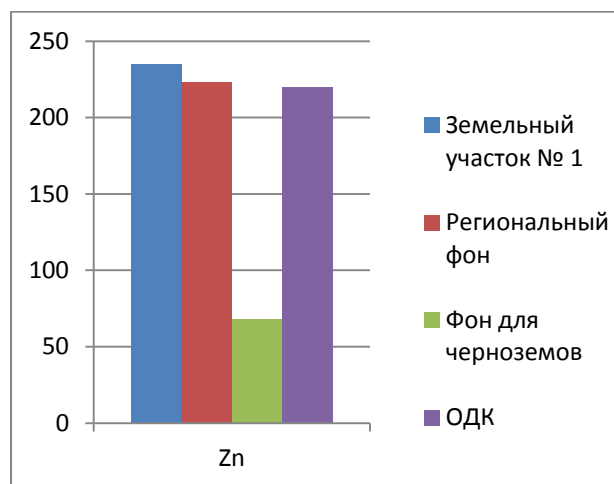
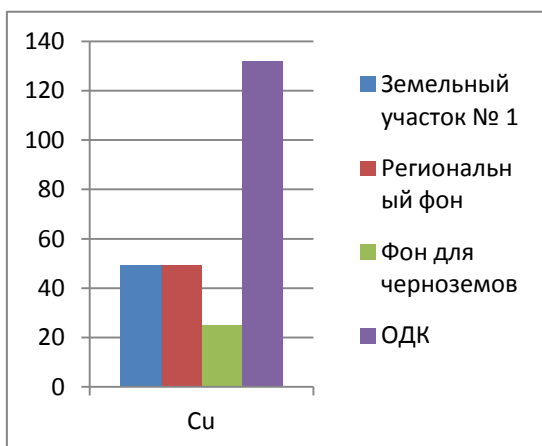
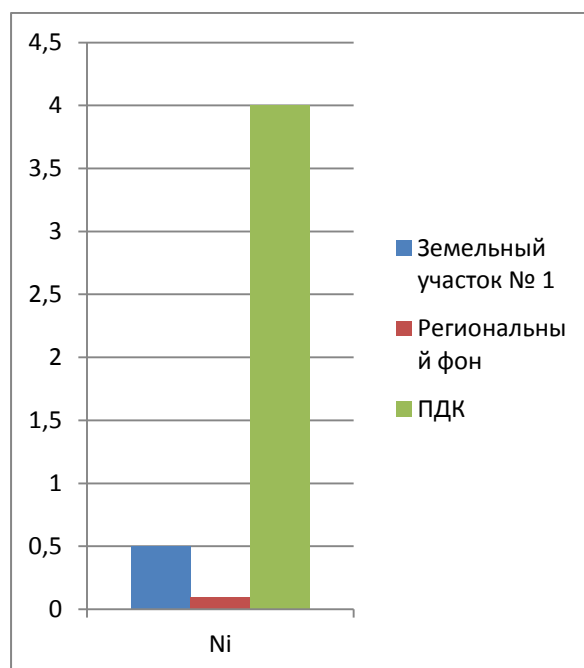
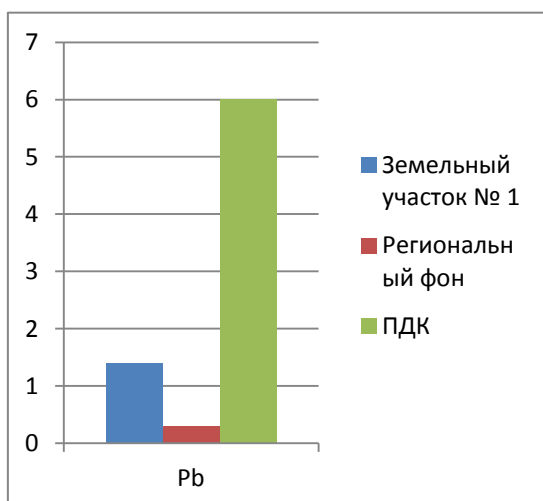
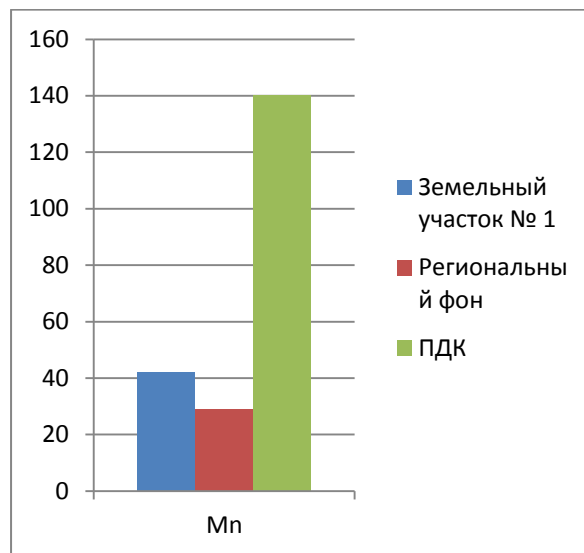
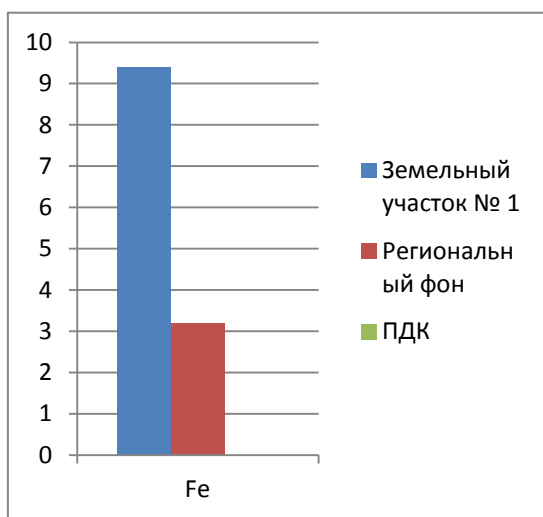
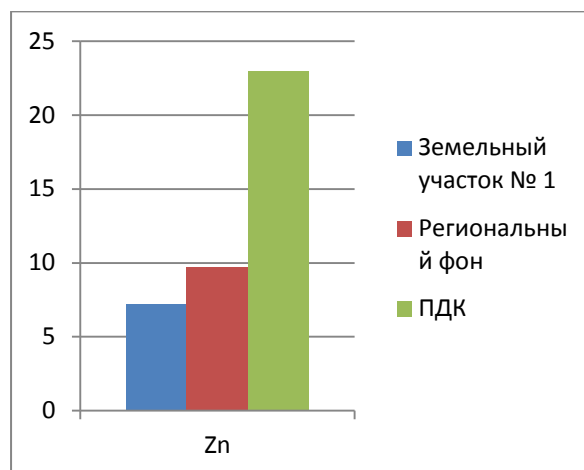
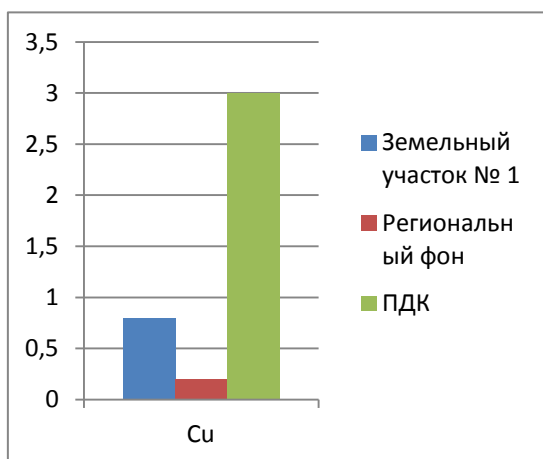


Диаграмма 4. Содержание подвижных форм тяжелых металлов на земельном участке № 1, мг/кг



Как видно из диаграмм валовое содержание ТМ на земельном участке №1 ниже ОДК, кроме Zn. Цинк не значительно превышает ОДК. Однако и региональный фон выше ОДК. Это наглядный пример того, что при нормировании не учитывается многообразие почв. Здесь фоновое содержание металлов в почве превышает действующие ОДК и это обусловлено их концентрацией в материнской породе и условиями почвообразования.

Содержание подвижных форм тяжелых металлов ниже ПДК, элементы не доступны для растений. Для выбора приемов снижения токсичности тяжелых металлов в почве, приведем характеристику почвенного покрова на земельном участке № 1.

На территории поселка Мукасово распространены серые лесные почвы (Рисунок 13). Гумусовый слой 20-22 см, содержание гумуса 3- 4%, реакция кислая (рН 4-5), механический состав тяжёлый.



Рис.13.Серые лесные почвы – земельный участок № 1

Они сложены:

-светлогумусовым горизонтом (AY), мощность которого 1-43 см., имеющим коричневато-темно-серый цвет. Структура ореховатая. Содержит включения корней и камней. Состав средний суглинок. Почва сухая, переход волнистый, замечен по включениям;

-гумусово-элювиальным горизонтом (AEL), мощность которого 43-70 см. Он обладает коричневым цветом, содержит включения камней (3-4см в диаметре), корней. Почва плотная, очень сухая, структура комковатая. Состав тяжелый суглинок. Переход – волнистая граница, замечен по цвету и включениям;

-субэлювиальным горизонтом (BEL), мощность которого 70-90 см. Он имеет коричневато-охристый оттенок, почва сухая, уплотненная. Состав тяжелый суглинок. Содержит включения камней (диаметр >10 см), малое количество корней;

-текстурным горизонтом (BT), мощность которого больше 90 см. Он имеет светло-охристый цвет, комковатую структуру. Состав тяжелый суглинок, почва сухая, плотная. Содержит включения корней разного размера.

Для снижения содержания Zn внесем в почву минеральные удобрения. По суммарному показателю загрязнения почв (Z_c) подвижными формами тяжелых металлов земельный участок № 1 относится к категории «допустимая», этого приема достаточно для снижения токсичности тяжелых металлов.

В качестве минерального удобрения используем фосфоритную муку. Фосфорная мука дешевле по сравнению с суперфосфатом.

Расчет затрат на биологический этап рекультивации представлен в таблице 21.

Таблица 21. Расчет стоимости биологической рекультивации

№	Показатели		Пашня	Итог
1	Площадь	Га	2134,19	8 069 372,39
2	Внесение минеральных удобрений	Доза внесения, т /га	0,4	
		Кол-во тонн	853,68	
		Стоимость, руб	3 124 454,16	
	Другие виды работ: 1) Вспашка почвы; 2) Транспортировка и внесение минеральных удобрений.	Стоимость 1 руб. /га	2317	
		Количество, га	2134,19	
		Стоимость, руб	4 944 918,23	

Нормы внесения минеральных удобрений http://ogurcy.info/sad-ogorod/udobrenie_ozimoi_pshenici.php (0,3 т/га).

Цена фосфорной муки, (прайс-лист на сайте <http://salavat.flagma.ru/fosforitnaya-muka-marka-a-o2281867.html>) – 3 660 руб./т.

Другие виды работ (ЕНИР, Сборник Е18 с учетом индексирования):

1. Впашка почвы (§ Е18-2, таблица 2) - 2199 руб./га.
2. Транспортировка и внесение минеральных удобрений - 118 руб./га.

Внесение минеральных удобрений является наиболее экономичным и эффективным приемом.

На земельных участках наименее подверженных загрязнению тяжелыми металлами можно было провести фитомелиорацию, однако, с экономической точки зрения фитомелиорация более затратная.

Эколого-экономический ущерб от загрязнения земель включает также упущенную выгоду. На земельном участке № 1 не производили расчет упущенной выгоды, при внесении таких норм минерального удобрения (0,4 т) можно выращивать сельскохозяйственную продукцию.

Эколого-экономический ущерб от загрязнения земель тяжелыми металлами на земельном участке №1 состоит только из затрат на биологический этап рекультивации. Эколого-экономический ущерб на земельном участке №1 по формуле (5) составил **8 069 372 ,39** рублей.

Оценка эколого-экономического ущерба от загрязнения земель тяжелыми металлами на земельном участке №2. Земельный участок вблизи озера Куктубан.

Земельный участок № 2 из категории земель сельскохозяйственного назначения с кадастровым номером 02:06:050302:15. Разрешенное использование для сельскохозяйственного производства. Площадь земельного участка 979 466 кв. м (Рисунок 14).

Рассчитаем эколого-экономический ущерб от загрязнения земель тяжелыми металлами на земельном участке № 2 по формуле (5).

Земельный участок №2 также не нуждается в проведение технического этапа рекультивации, поэтому расчетов на технический этап рекультивации мы не проводили.

Для расчета затрат на биологический этап рекультивации на земельном участке №2 воспользуемся информацией о степени загрязненности земельного участка № 2 тяжелыми металлами.

По суммарному показателю загрязнения почв (Z_c) подвижными формами тяжелых металлов земельный участок № 2 (42,4) соответствует категории «опасная». Земельный

участок № 2 по суммарному показателю загрязнения почв (Z_c) превышает земельный участок № 3, хотя находятся на большем расстоянии от города Сибай. Это объясняется тем, что земельный участок находится вблизи Сибайского карьера.



План земельного участка 02:06:050302:15

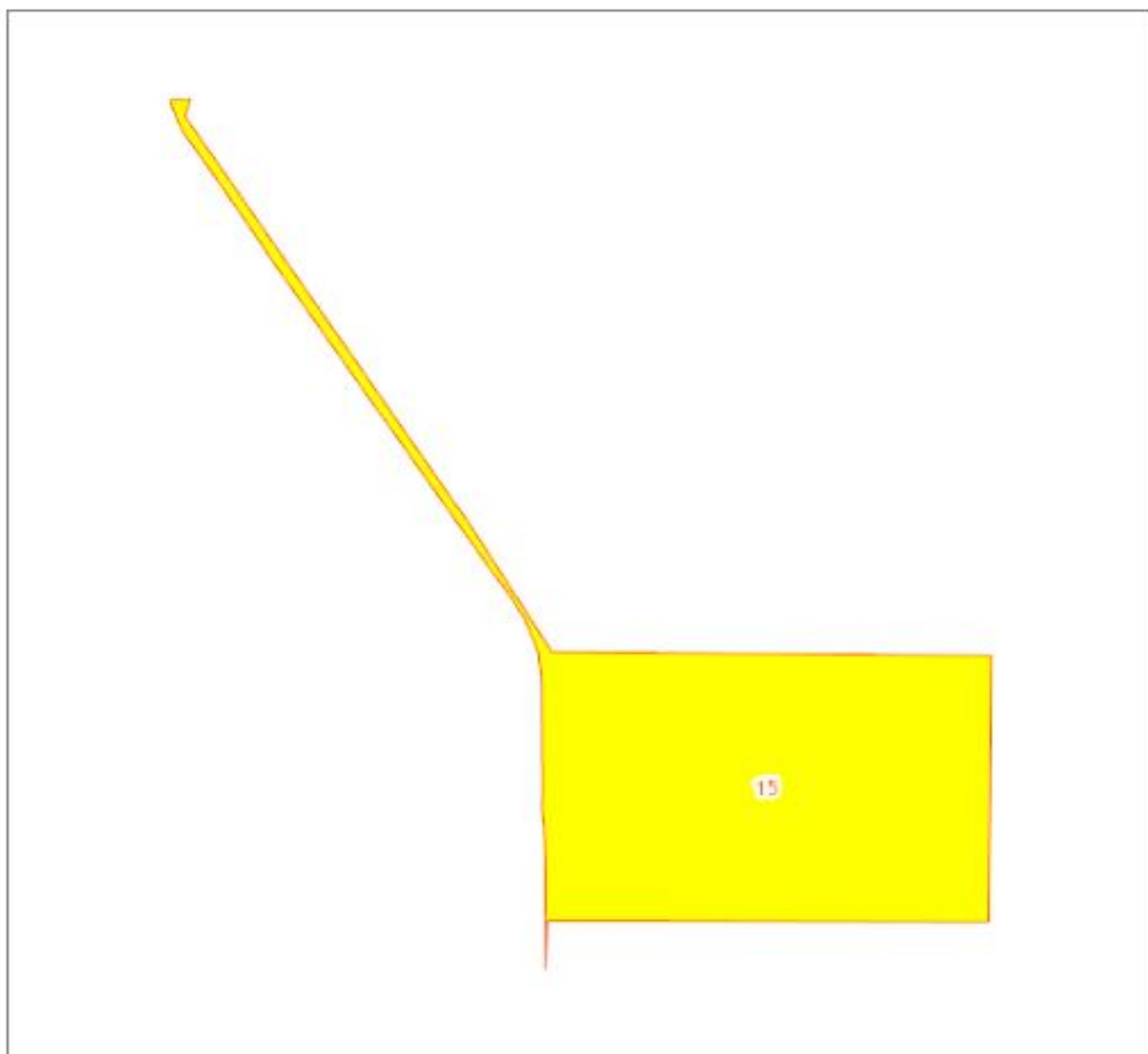


Рис. 14. План земельного участка №2

Валовое содержание тяжелых металлов и содержание подвижных форм тяжелых металлов на земельном участке № 2 представлено в таблицах 22 и 23.

Таблица 22. Валовое содержание ТМ на земельном участке №2, мг/кг

ПТК	Cu	Zn	Ni	Fe	Mn
Вблизи оз. Культубан (n=26)	<u>292</u> 125-520	<u>223</u> 50-630	<u>92,5</u> 54-160	н/о	<u>3259</u> 900-15000
Региональный фон	49	223	34	37100	1060
Фон для черноземов	25	68	45	-	-
Кларк по Р. Бруксу, 1986	70	80	100	25000	1000
ОДК, 2009	132	220	80	-	-

* над чертой – содержание ТМ на земельном участке № 2, под чертой – минимальное-максимальное содержание ТМ вблизи оз. Культубан.

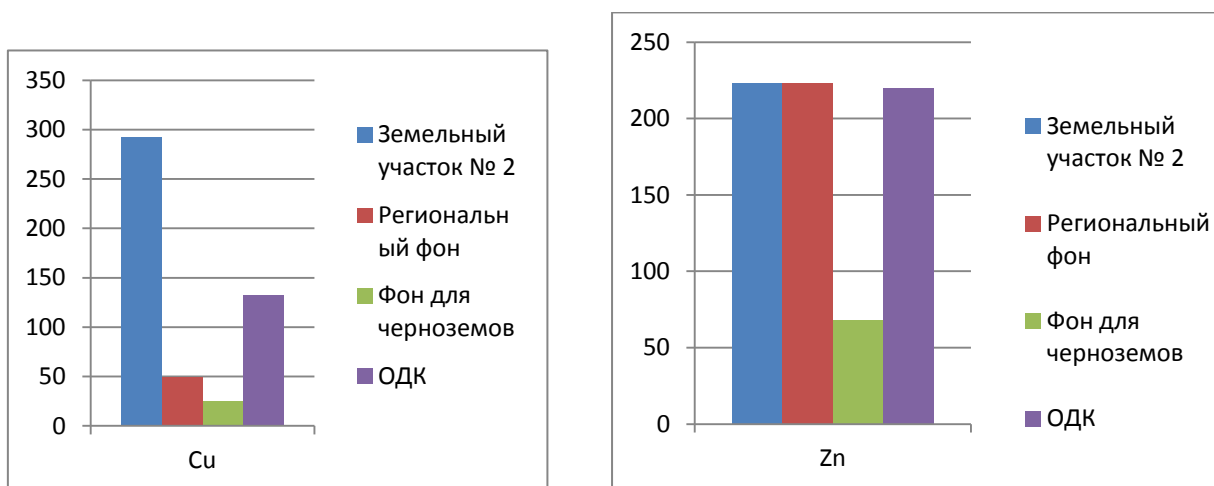
Таблица 23. Содержание подвижных форм ТМ на земельном участке №2, мг/кг

ПТК	Cu	Zn	Fe	Mn	Pb	Ni
Вблизи оз.Культубан (n=26)	<u>2,1</u> 0,2-4,7	<u>31</u> 1,7-77	<u>24</u> 0,6-34	<u>72,2</u> 34,7-113	<u>2,6</u> 1,8-3,4	<u>1,5</u> <0,01-1,7
Региональный фон	0,2	9,7	3,2	29	0,3	0,1
ПДК	3,0	23,0	-	140	6,0	4,0

* над чертой –содержание ТМ на земельном участке №2, под чертой – минимальное-максимальное содержание ТМ вблизи оз. Культубан.

Также значение валового содержания тяжелых металлов и содержания подвижных форм тяжелых металлов на земельном участке № 2 показано в диаграммах (Диаграмма 5 и 6).

Диаграмма 5. Валовое содержание тяжелых металлов на земельном участке №2, мг/кг



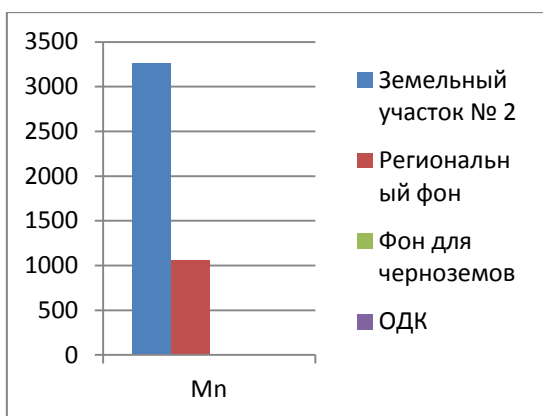
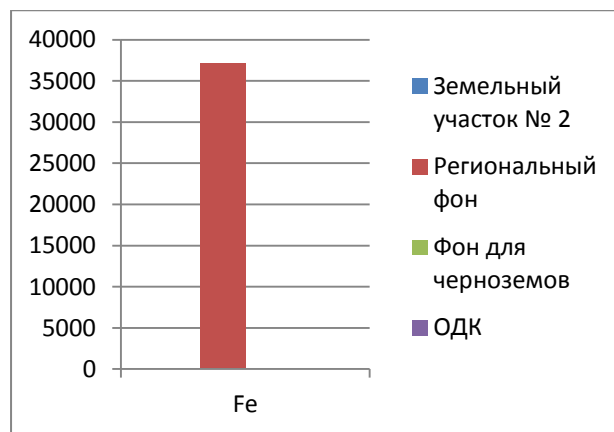
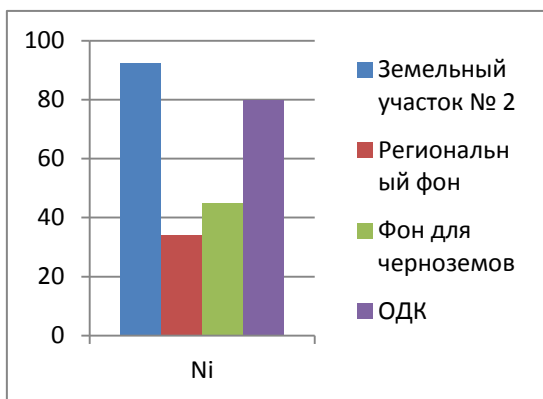
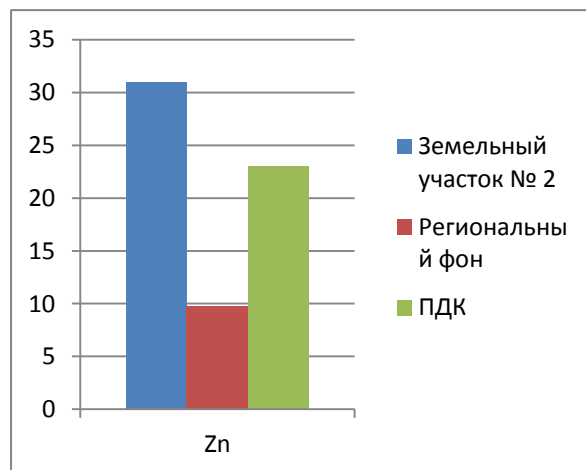
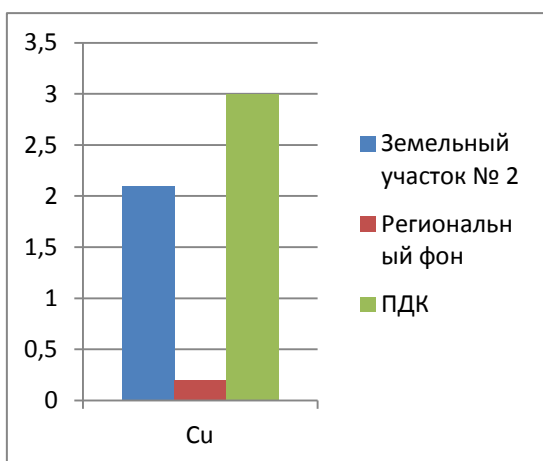
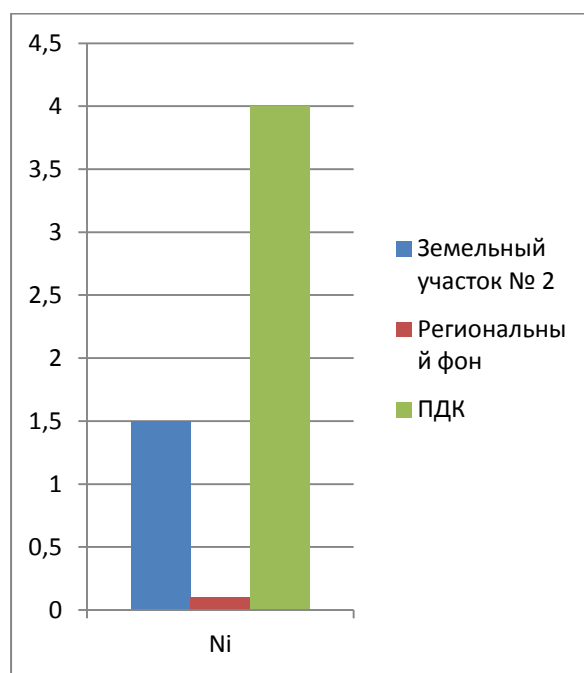
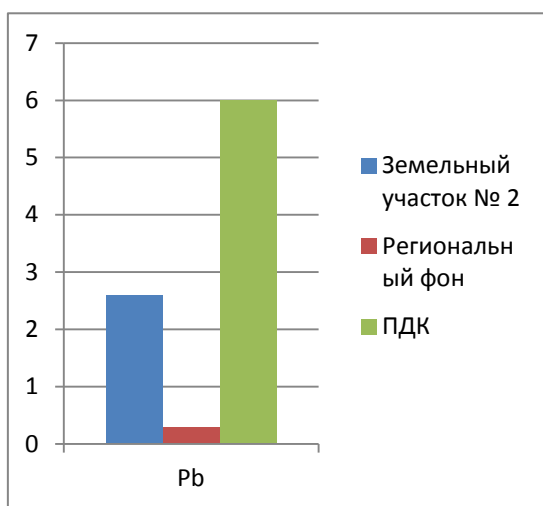
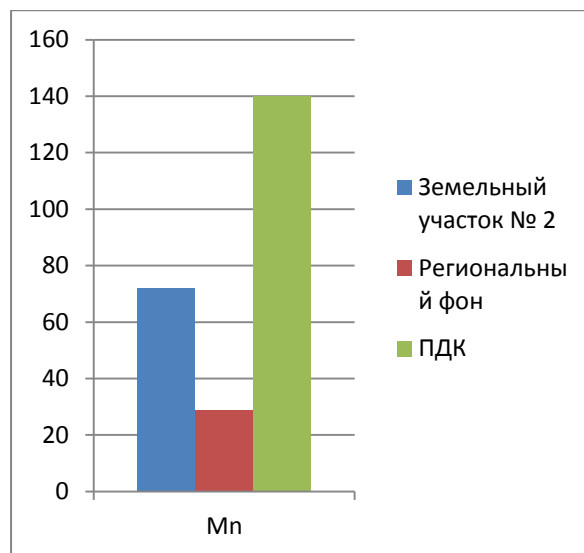
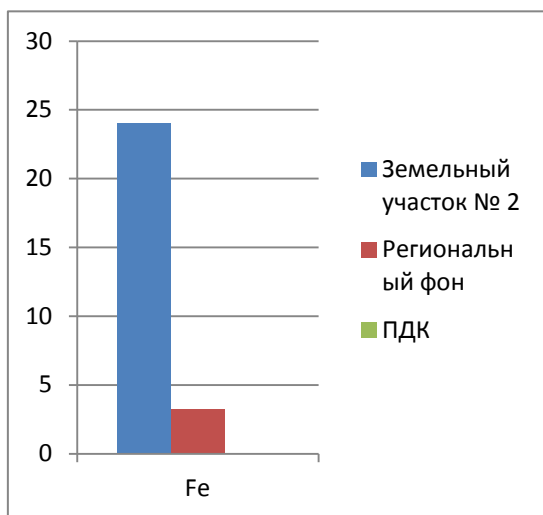


Диаграмма 6.Содержание подвижных форм тяжелых металлов на земельном участке № 2, мг/кг





На земельном участке №2 обнаружено повышенное валовое содержание Cu, Ni. Медь и никель относятся ко 2 классу тяжелых металлов (умеренно опасные) по их степени опасности.

Также на земельном участке № 2 обнаружено повышенное содержание подвижных форм Zn. Превышение ПДК подвижных форм цинка показывает доступность цинка для растений. Остальные подвижные формы тяжелых металлов не превышают ПДК и не доступны для растений.

Известно, что в присутствии повышенных концентраций цинка в почве значительно понижался урожай семян у растений пшеницы.

Для выбора приемов снижения токсичности тяжелых металлов в почве, приведем характеристику почвенного покрова на земельном участке № 2.

Вблизи озера Культубан черноземы иллювиально-гумусовые (Рисунок 15).



Рис.15. Чернозем иллювиально-гумусовый - Земельный участок № 2

Они формируются на рыхлых бескарбонатных или умеренно карбонатных отложениях разного генезиса в зоне лесостепи под лугово-степной растительностью на открытых пространствах и под разряженными листовыми лесами паркового типа. Профиль таких почв включает два основных горизонта: тёмногумусовый и глинисто-иллювиальный. Мощность гумусового покрова составляет примерно 40-100 см. Макроморфологический состав почв свидетельствует о признаках подвижности органоминеральных веществ. Содержание гумуса в этих почвах - 7-12%. Преобладают обменный кальций, обменный водород отсутствует или составляет не более 10% от суммы поглощённых оснований. Величина pH в гумусовом горизонте примерно равна 6, глубже реакция среды нейтральная.

Чернозёмы глинисто-иллювиальные сложены:

- горизонтом Ad, мощностью 0-2 см.;

- тёмногумусовым горизонтом (Au), мощностью 2-16 см., который имеет коричнево-темно-серый оттенок, ореховато-комковатую структуру. Почва содержит включения камней (диаметр <3 мм), корней. Почва Сухая, уплотнённая. Состав средний суглинок. Переход заметен по цвету, граница волнистая;

- иллювиальным горизонтом (Bi), мощностью 16-30 см., который имеет коричнево-серый цвет, комковато-пылеватую структуру. Отмечены включения корней, камней (диаметр <7 мм). Почва Сухая, уплотнённая, состав средний суглинок. Переход заметен по цвету, граница неясная, затеками;

- аккумулятивно-карбонатным горизонтом (BCA), мощностью 30-57 см, имеющим коричнево-палевый цвет. Почва увлажнённая, состав - средний суглинок. Структура пылевато-комковатая, очень плотная. Включения камней (до 2х см в диаметре), корней.

Так как превышающие ОДК тяжёлые металлы по их степени опасности относятся к категории умеренно опасные (Cu и Ni), а из подвижных форм тяжёлых металлов обнаружено только незначительное превышение Zn (31) ПДК (23), мы решили снизить содержание тяжёлых металлов внесением минеральных удобрений и извести незначительно выше нормы. При загрязнение земель тяжёлыми металлами с слабокислой или близкой к нейтральной реакцией среды только известкование мало эффективно, поэтому нужно внести и минеральные удобрения. Норма внесения в почву минеральных удобрений 0,3 т/ га, а норма внесения в почву извести 5 т/ га. Систематическое внесение минеральных удобрений в средних и высоких дозах ведет к подкислению почв и, следовательно, к увеличению подвижности тяжёлых металлов, поэтому внесем в почву 0,5 т/ га минеральных удобрений и 7 т/ га извести.

Расчеты на биологическом этапе рекультивации представлены в таблице 24.

Таблица 24. Расчет стоимости биологической рекультивации

№	Показатели		Пашня	Итог
1	Площадь	Га	97,95	1 321 541,4
2	Внесение минеральных удобрений	Доза внесения, т /га	0,5	
		Кол-во тонн	48,98	
		Стоимость, руб	179248,5	
	Внесение извести	Доза внесения, т /га	7	
		Кол-во тонн	685,65	
		Стоимость, руб	891345	
	Другие виды работ: 1) Вспашка почвы; 2) Транспортировка и внесение минеральных удобрений; 3) Транспортировка и внесение извести.	Стоимость 1 руб. /га	2562	
		Количество, га	97,95	
		Стоимость, руб	250947,9	

Нормы внесения минеральных удобрений http://ogurcy.info/sad-ogorod/udobrenie_ozimoi_pshenici.php (0,3 т/га).

Цена фосфорной муки, (прайс-лист на сайте <http://salavat.flagma.ru/fosforitnaya-muka-marka-a-o2281867.html>) – 3 660 руб./т.

Нормы внесения извести -5 т/га учебник Новгород.

Цена извести <http://www.agroserver.ru/b/izvestnyakovaya-muka-291882.htm> 1 300 руб./т.

Другие виды работ (ЕНИР, Сборник Е18 с учетом индексирования):

1. Вспашка почвы (§ Е18-2, таблица 2) - 2199 руб./га.
2. Транспортировка и внесение минеральных удобрений - 118 руб./га.
3. Транспортировка и внесение извести – 245 руб./га.

Упущенная выгода.

Размер упущенной выгоды за период восстановления нарушенного производства (получения дохода) рассчитывали методом дисконтирования денежных потоков по формуле (6) [34]:

$$By = \sum_{j=1}^n \frac{I_j}{(1+R)^j}, \quad (6)$$

где: B_y - размер упущенной выгоды на момент оценки за весь период неиспользования земельного участка;

I_j - ежегодный чистый доход, недополученный за период восстановления нарушенного производства j -го периода (денежный поток);

R - ставка дисконтирования;

j - номер периода;

Дисконтированием для целей данных расчетов понимается процесс приведения всех будущих доходов к дате проведения расчета убытков по соответствующей ставке дисконтирования. В данной ситуации целесообразно использовать простой и доступный метод для расчета ставки дисконтирования – метод кумулятивного построения:

$$R = R_f + R_V + R_l + R_m, \quad (7)$$

где: R_f - безрисковая ставка дохода;

R_V - премия за риск вложения в недвижимость;

R_l - премия за риск низкой ликвидности;

R_m - премия за риск менеджмента.

Безрисковая ставка – ставка процента в высоколиквидные активы, т.е. эта ставка, которая отражает «фактические рыночные возможности вложения денежных средств фирм и частных лиц без какого бы то ни было риска невозврата». В качестве безрисковой ставки рекомендуется выбирать норму дохода на капитал по государственным ценным бумагам. Безрисковая ставка компенсирует стоимость денег во времени при практически нулевом уровне риска [34].

Безрисковая ставка. Безрисковая ставка компенсирует стоимость денег во времени при практически нулевом уровне риска. В данной работе в качестве безрисковой ставки принята доходность по годовым рублевым депозитам от 6 млн. рублей до 30 млн. рублей сроком на 12 месяцев по данным агентства «РБК» для банков категории надежности «И» по рейтингу ИЦ «Рейтинг» («Эксперт» № 11 (979), 14-20 марта 2016 года) и составляет – 11,12%);

- *надбавка за риск вложений в недвижимость* – учитывается возможность случайной потери потребительской стоимости объекта (рекомендуется на уровне страховых отчислений в страховых категории надежности, в данной работе – 2%).

- *надбавка за низкую ликвидность* – учитывается невозможность немедленного возврата вложенных в объект недвижимости средств (рекомендуется на уровне долларовой инфляции, в данной работе от 2%);

- *надбавка за инвестиционный менеджмент* – зависит от компетентности управления инвестициями (в данной работе 2%)

Следовательно, ставка дисконтирования с суммированием рисков:

$$R = 11,12\% + 2\% + 2\% + 2\% = 17,12\%.$$

Расчет упущенной выгоды на земельном участке № 2 приведен в таблице 25.

Таблица 25. Расчет упущенной выгоды на земельном участке № 2.

Показатели	Периоды			
	1	2	3	4
Денежный поток, It , руб.	829 644	837 940	846 319	854 783
Ставка дисконтирования, R	17,12%	17,12%	17,12%	17,12
$I+R$	1,1712	1,1712	1,1712	1,1712
$(1 + R)^t$	1,1712	1,3717	1,6065	1,8815
$It / (1 + R)^t$, руб.	708 370	610 877	526 809	454 309
2 300 365				

Расчет ежегодного недополученного дохода (денежный поток) на земельном участке № 2 приведен в приложении 1.

Стоимость упущенной выгоды на земельном участке № 2 площадью 97,95 га на период проведения биологического этапа рекультивации составит 2 300 365 рублей.

Рассчитаем эколого-экономический ущерб на земельном участке № 2 по формуле (5):

$$Y_{\text{э}} = C_{\text{рек}} + B_y = 1\,321\,541 + 2\,300\,365 = 3\,621\,906 \text{ рублей.}$$

Эколого-экономический ущерб на земельном участке № 2 составляет 3 621 906 рублей.

Оценка эколого-экономического ущерба от загрязнения земель тяжелыми металлами на земельном участке №3. Земельный участок вблизи поселка Калинино.

Земельный участок №3 из категории земель сельскохозяйственного назначения с кадастровым номером 02:06:050102:6. Разрешенное использование для сельскохозяйственного производства. Площадь земельного участка 116 421 кв. м (Рисунок 16).

Рассчитаем эколого-экономический ущерб от загрязнения земель тяжелыми металлами на земельном участке № 3 по формуле (5).

Земельный участок № 3 не нуждается в проведение технического этапа рекультивации, поэтому расчетов на технический этап рекультивации мы не проводили.

Для расчета затрат на биологический этап рекультивации на земельном участке №3 воспользуемся информацией о степени загрязненности земельного участка № 3 тяжелыми металлами.

По суммарному показателю загрязнения почв (Z_c) подвижными формами тяжелых металлов земельный участок № 3 (26,5) соответствует категории «умеренно опасная».



План земельного участка 02:06:050102:6

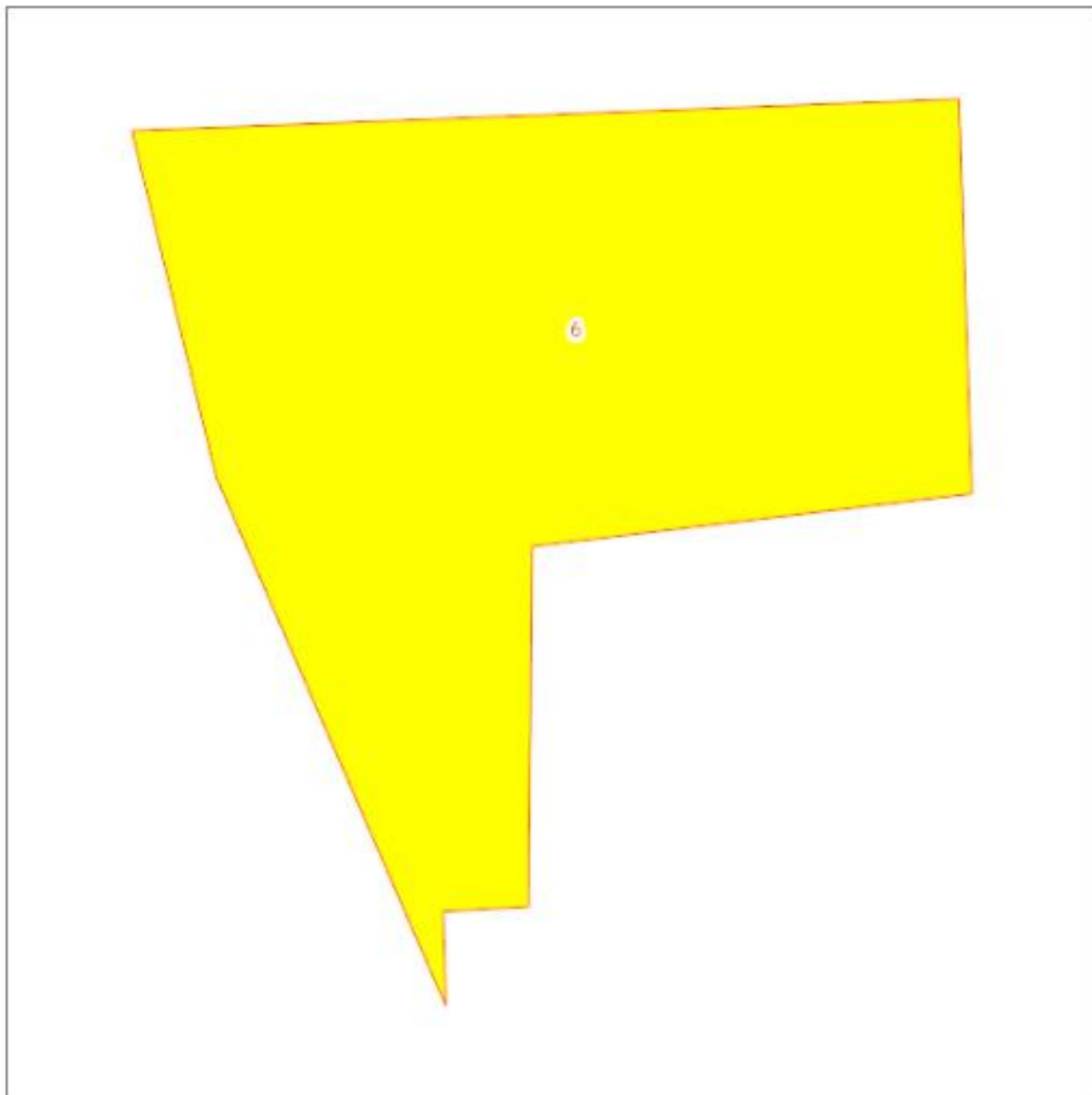


Рис.16. План земельного участка №3

Валовое содержание тяжелых металлов и содержание подвижных форм тяжелых металлов на земельном участке № 3 представлено в таблицах 26 и 27.

Таблица 26. Валовое содержание тяжелых металлов на земельном участке №3, мг/кг

ПТК	Cu	Zn	Ni	Fe	Mn
пос. Калининское, участки вблизи хвостохранилища (n=12)	<u>153</u> 97-205	<u>460</u> 328-622	<u>53</u> 43-68	<u>31 694</u> 30138-33083	<u>704</u> 681-736
Региональный фон	49	223	34	37100	1060
Фон для черноземов	25	68	45	-	-
Кларк по Р. Бруксу, 1986	70	80	100	25000	1000
ОДК, 2009	132	220	80	-	-

* над чертой – содержание ТМ на земельном участке № 3, под чертой – минимальное-максимальное содержание ТМ на земельных участках вблизи поселка Калининское.

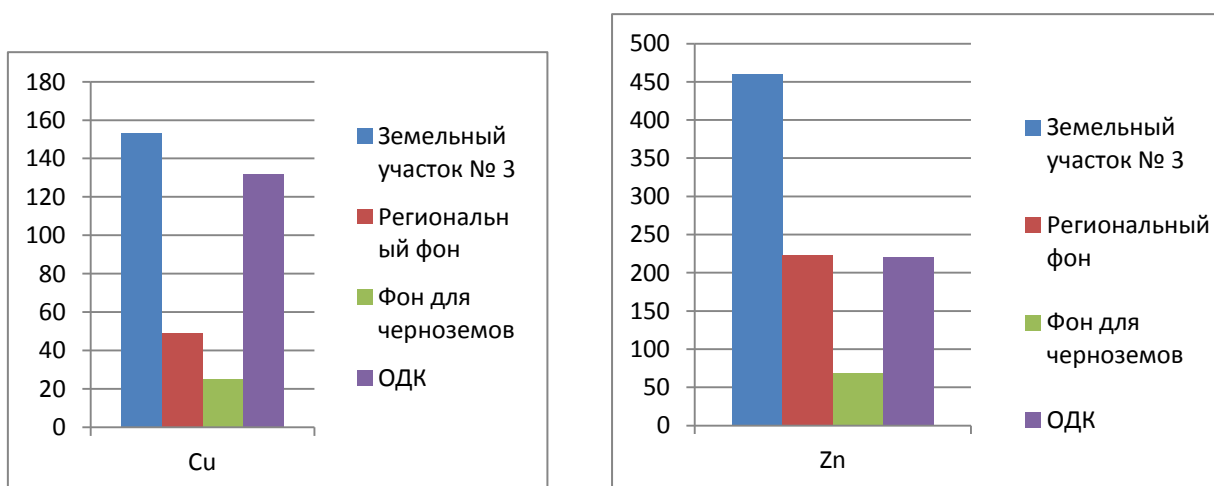
Таблица 27. Содержание подвижных форм ТМ на земельном участке №3, мг/кг

ПТК	Cu	Zn	Fe	Mn	Pb	Ni
пос. Калининское, участки вблизи хвостохранилища (n=12)	<u>2,2</u> 0,4-5,4	<u>65</u> 42-108	<u>0,8</u> 0,2-1,8	<u>52</u> 34,4-84	<u>2,1</u> 1,7-3,1	<u>0,4</u> 0,05-0,8
Региональный фон	0,2	9,7	3,2	29	0,3	0,1
ПДК	3,0	23,0	-	140	6,0	4,0

* над чертой – содержание ТМ на земельном участке № 3, под чертой – минимальное-максимальное содержание ТМ на земельном участке вблизи поселка Калининское.

Также значение валового содержания тяжелых металлов и содержания подвижных форм тяжелых металлов на земельном участке № 3 показано в диаграммах 7 и 8.

Диаграмма 7. Валовое содержание тяжелых металлов на земельном участке №3, мг/кг



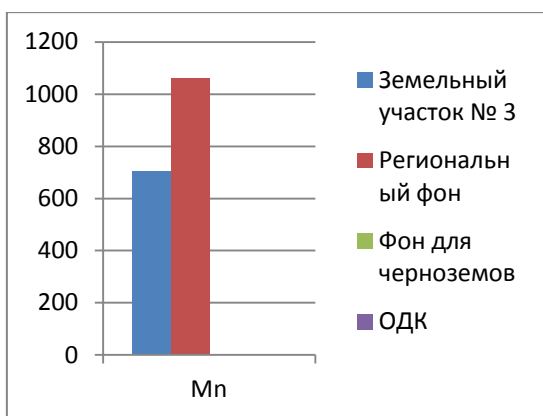
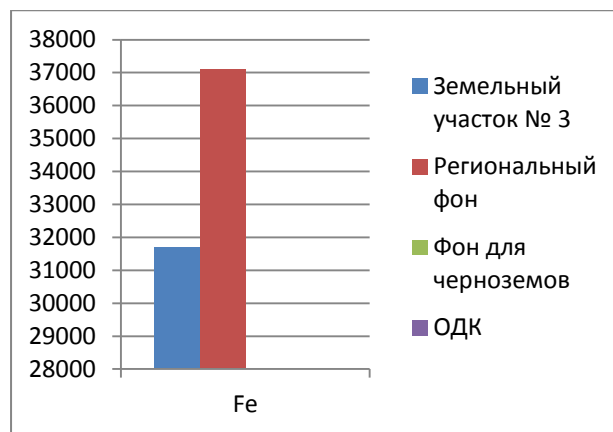
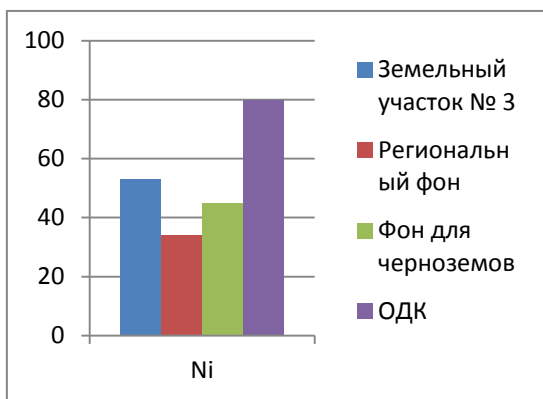
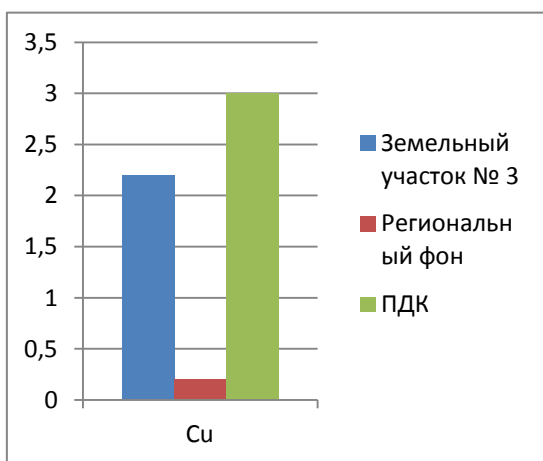
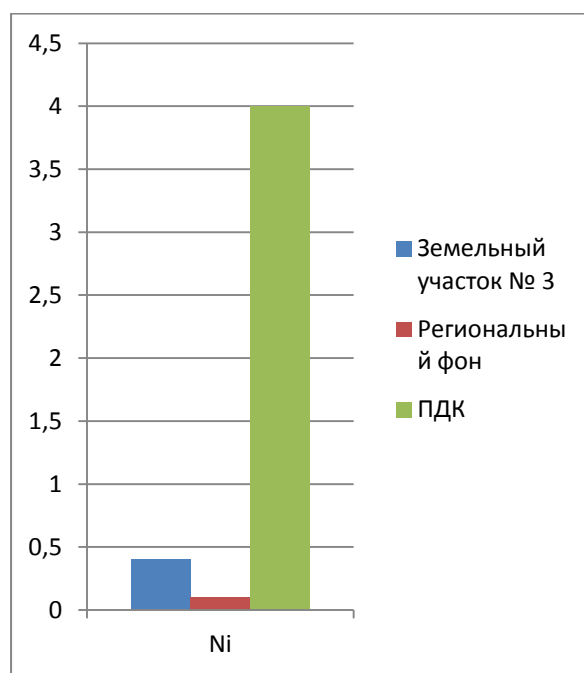
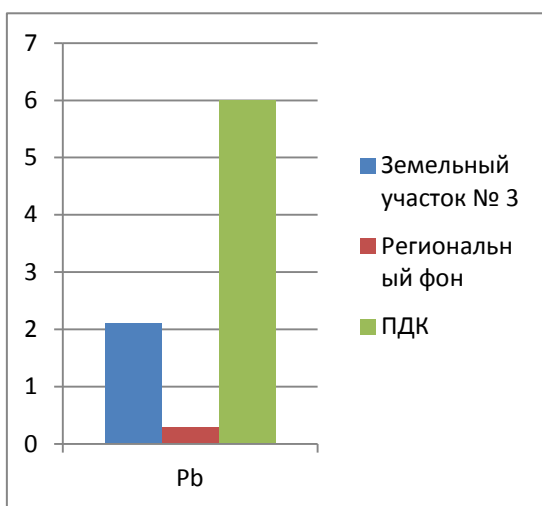
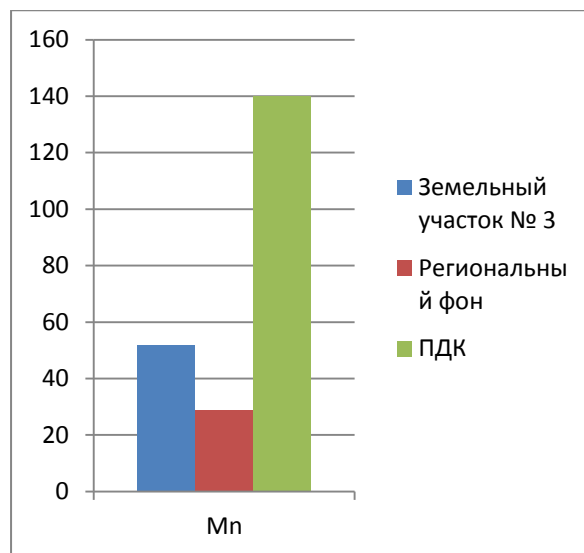
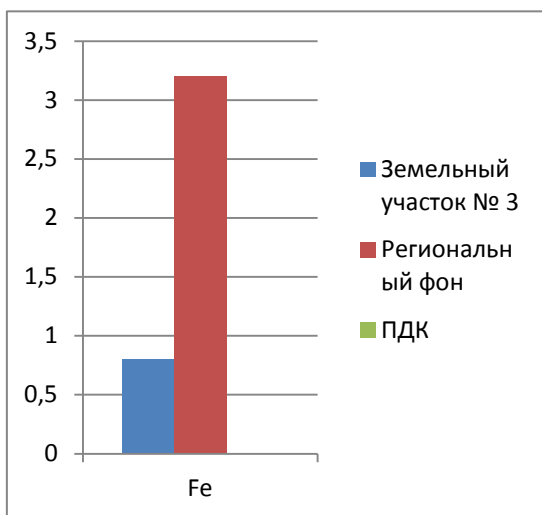


Диаграмма 8. Содержание подвижных форм тяжелых металлов на земельном участке № 3, мг/кг





На земельном участке № 3 обнаружено повышенное содержание Cu и Zn. Валовое содержание Zn и Cu на земельных участках вблизи поселка Калиниское превышает уровень ориентировочно допустимых концентраций в 3 раза, концентрация подвижных форм в 2-5 раз превосходит предельно допустимую концентрацию [41].

Цинк относится к 1 классу ТМ (высоко опасные) по степени их опасности, а медь ко 2 классу ТМ (умеренно опасные).

На земельном участке № 3 подвижные формы тяжелых металлов не превышают ПДК, кроме Zn. Превышение ПДК подвижных форм цинка показывает доступность цинка для растений.

Для выбора приемов снижения токсичности тяжелых металлов в почве, приведем характеристику почвенного покрова на земельном участке № 3.

В поселке Калинино встречаются агрочернозёмы глинисто-иллювиальные (Рисунок 17).



Рис.17. Агрознозём глинисто-иллювиальный -Земельный участок № 3

Они характеризуются наличием в верхней части гумусового профиля агротёмно-гумусового горизонта, сформировавшегося в результате длительного сельскохозяйственного использования и содержащего 5-8% (до 9%) гумуса.

Они сложены:

- горизонтом Ad, мощностью 0-1 см.;

- тёмногумусовым горизонтом (Pu), мощностью 1-18 см., который имеет светлый, коричневатый-серый оттенок, почва уплотненная, сухая, структура ореховато-комковатый, состав- средний суглинок. Обнаружены включения камней до 3 мм. Новообразования- карбонаты. Переход заметен по цвету, граница волнистая;

- тёмногумусовым горизонтом (Au), мощностью 18-40 см., который имеет коричневатый-серый цвет, темнее предыдущего. Структура комковато-ореховатая, почва сухая, состав легкий суглинок, включения камней (менее 1 см), корней. Отмечены новообразования в виде карбонатов. Переход заметен по плотности, граница неясная;

- иллювиальным горизонтом (Bi), мощностью 40-70 см., который имеет коричневатый, темно-серый оттенок. Почва сухая и менее плотная, структура ореховато-комковатая, состав легкий суглинок, включения корней и камней менее 2 мм. Новообразования-карбонаты, переход по цвету, граница неясная;

- аккумулятивно-карбонатным горизонтом (BCA), мощностью 70-102 см., который имеет серовато-палевый цвет. Почвы плотная, свежая, структура средне-комковатая, состав средний суглинок, включения корней, новообразования карбонатов.

Мы решили снизить повышенное содержание тяжелых металлов на земельном участке № 3 внесем в почву минеральные удобрения и известь повышенной нормы. Внесем в почву 0,7 т/ га минеральных удобрений и 10 т/ га извести.

Хотя земельный участок №3 по суммарному коэффициенту техногенного загрязнения соответствует категории « умеренно опасная», а земельный участок № 2 «опасная», мы внесли на земельный участок № 3 больше минеральных удобрений и извести, чем на земельный участок №2.

Если сравнивать содержание подвижных форм тяжелых металлов на земельном участке №2 и № 3 (Табл. 28), то видим, что на земельных участках Zn (1 класс опасности ТМ по степени их опасности) превышают ПДК. Однако Zn на земельном участке № 3 превышает ПДК (23) почти в 3 раза (65), а на земельном участке № 2 в 1,5 раза (31). Подвижные формы Ni и Mn (2 класс опасности ТМ по степени их опасности) на земельном участке № 2 значительно превышающие подвижные формы этих тяжелых металлов на земельном участке № 3, поэтому у нас на земельном участке № 2 суммарный коэффи-

ент техногенного загрязнения больше, чем на земельном участке № 3. Однако, содержание подвижных форм Ni и Mn на двух земельных участках ниже ПДК.

На земельном участке № 3 содержание подвижных форм цинка (1 класс опасности ТМ по степени их опасности) значительно выше, поэтому мы внесли больше минеральных удобрений и извести.

Таблица 28. Подвижные формы ТМ на земельных участках № 2 и № 3.

ПТК	Cu	Zn	Fe	Mn	Pb	Ni
Земельный участок № 2	<u>2,1</u> 0,2-4,7	<u>31</u> 1,7-77	<u>24</u> 0,6-34	<u>72,2</u> 34,7-113	<u>2,6</u> 1,8-3,4	<u>1,5</u> <0,01-1,7
Земельный участок № 3	<u>2,2</u> 0,4-5,4	<u>65</u> 42-108	<u>0,8</u> 0,2-1,8	<u>52</u> 34,4-84	<u>2,1</u> 1,7-3,1	<u>0,4</u> 0,05-0,8
ПДК	3,0	23,0	-	140	6,0	4,0

Расчеты на биологическом этапе рекультивации на земельном участке №3 представлены в таблице 29.

Таблица 29. Расчет стоимости биологической рекультивации на земельном участке № 3

№	Показатели		Пашня	Итог
1	Площадь	Га	11,64	210 962
2	Внесение минеральных удобрений	Доза внесения, т /га	0,7	
		Кол-во тонн	8,1	
		Стоимость, руб	29 821	
	Внесение извести	Доза внесения, т /га	10	
		Кол-во тонн	116,4	
		Стоимость, руб	151320	
	Другие виды работ: 1) Вспашка почвы; 2) Транспортировка и внесение минеральных удобрений; 3) Транспортировка и внесение извести.	Стоимость на 1 руб. /га	2562	
		Кол-чество, га	11,64	
		Стоимость, руб	29821	

Нормы внесения минеральных удобрений http://ogurcy.info/sad-ogorod/udobrenie_ozimoi_pshenici.php (0,3 т/га).

Цена фосфорной муки, (прайс-лист на сайте <http://salavat.flagma.ru/fosforitnaya-muka-marka-a-o2281867.html>) – 3 660 руб./т.

Нормы внесения извести -5 т/га учебник Новгород.

Цена извести <http://www.agroserver.ru/b/izvestnyakovaya-muka-291882.htm> 1 300 руб./т.

Другие виды работ (ЕНИР, Сборник Е18 с учетом индексирования):

1. Впашка почвы (§ Е18-2, таблица 2) - 2199 руб./га.
2. Транспортировка и внесение минеральных удобрений - 118 руб./га.
3. Транспортировка и внесение извести – 245 руб./га.

Упущенная выгода.

Размер упущенной выгоды за период восстановления нарушенного производства (получения дохода) рассчитывался методом дисконтирования денежных потоков по формуле (6) [34]:

$$B_y = \sum_{j=1}^n \frac{I_j}{(1+R)^j}, \quad (6)$$

где: где: B_y - размер упущенной выгоды на момент оценки за весь период неиспользования земельного участка;

I_j – ежегодный чистый доход, недополученный за период восстановления нарушенного производства j -го периода (денежный поток);

R - ставка дисконтирования;

j - номер периода.

Ставка дисконтирования нами была рассчитана ранее и составила **17,13 %** (табл.30).

Таблица 30. Ставка дисконтирования

Наименование риска	Величина, %
Безрисковая ставка	11,12
Премия за риск вложения в недвижимость	2
Премия за риск низкой ликвидности;	2
Премия за риск менеджмента.	2
Сумма	17,12 %

Расчет упущенной выгоды на земельном участке №3 приведен в таблице 31.

Таблица 31. Расчет упущенной выгоды на земельном участке № 3.

№	Показатели	Периоды			
		1	2	3	4
	Денежный поток, It , тыс.руб.	98 590	99 575	100 571	101 577
	Ставка дисконтирования, R	17,12%	17,12%	17,12%	17,12
	$I+R$	1,1712	1,1712	1,1712	1,1712
	$(I+R)t$	1,1712	1,3717	1,6065	1,8815
	$It/(I+R)t$, руб.	84 178	72 592	62 602	53 987
Стоимость упущенной выгоды, тыс. рублей		273 359			

Расчет ежегодного недополученного дохода (денежный поток) на земельном участке № 3 приведен в приложении 2.

Стоимость упущенной выгоды на земельном участке № 3 площадью 11,64 га на период проведения биологического этапа рекультивации составит 273 359 рублей.

Рассчитаем эколого-экономический ущерб на земельном участке № 3 по формуле (5):

$$Y_{\text{э}} = C_{\text{рек}} + B_y = 210\,962 + 273\,359 = 484\,321 \text{ рублей.}$$

Эколого-экономический ущерб на земельном участке № 3 составляет **484 321** рублей.

Вывод: степень загрязнения земель тяжелыми металлами и класс тяжелых металлов по степени их опасности определяет величину эколого-экономического ущерба. Расчеты показали:

1 - при категории загрязнения почв тяжелыми металлами «допустимая», эколого-экономический ущерб оценивается в 4 тыс. руб./га;

2 - при категории загрязнения почв тяжелыми металлами «опасная» и «умеренно опасная», эколого-экономический ущерб оценивается соответственно в 37 и 42 тыс. руб./га.

Глава 3. Определение кадастровой стоимости земель сельскохозяйственного назначения

3.1. Понятие и содержание государственной кадастровой оценки земель

Государственная кадастровая оценка земель в Российской Федерации проводится с 1999 года. В целях внедрения экономических методов управления земельными ресурсами и повышения на этой основе эффективности использования земель Правительство Российской Федерации издает постановление от 25 августа 1999 года № 945 о государственной кадастровой оценке земель [6]. Для реализации этого постановления издан приказ Госземкома России от 27.09.1999 года № 53 «О реализации постановления Правительства Российской Федерации «О государственной кадастровой оценке земель» от 25 августа 1999 года №945».

Государственная кадастровая оценка земель основывается на классификации земель по целевому назначению и виду функционального использования [7].

Кадастровая оценка проводится для всех категорий земель, кроме земель запаса. Государственная кадастровая оценка земель запаса не проводится, так как эти земли в соответствии со статьей 103 земельного кодекса Российской Федерации не являются объектами гражданского оборота.

Цель государственной кадастровой оценки земель - установление налогооблагаемой базы. Также кадастровая стоимость применяется для расчета арендной платы за земли находящиеся в государственной и муниципальной собственности и иных случаев, предусмотренных Земельным кодексом и иными федеральными законами.

Кадастровая стоимость - стоимость, установленная в результате проведения государственной кадастровой оценки либо рассмотрения споров о результатах определения кадастровой стоимости в суде или комиссии по рассмотрению споров о результатах определения кадастровой стоимости [2, ст.3].

В ФСО №4 «Определение кадастровой стоимости объектов недвижимости» также дано определение кадастровой стоимости. В ФСО №4 под кадастровой стоимостью понимается установленная в процессе государственной кадастровой оценки рыночная стоимость объекта недвижимости, определенная методами массовой оценки или при невозможности определения рыночной стоимости методами массовой оценки, рыночная стоимость, определенная индивидуально для конкретного объекта недвижимости в соответствии с законодательством об оценочной деятельности [16].

Метод массовой оценки применяется оценщиками для определения рыночной стоимости большого количества земельных участков.

В случае недостаточности рыночной информации для построения модели оценки проводится оценка рыночной стоимости, определяемой индивидуально для конкретного земельного участка (единичных объектов) [16]. Оценка единичных объектов выполняется, как правило, одним оценщиком. При определении рыночной стоимости для конкретного земельного участка на конкретную дату оценщик получает исходную информацию о земельном участке от собственника. Как правило, оценку заказывают собственники земельных участков, обладающие всей необходимой информацией для определения рыночной стоимости земельного участка. При массовой оценке с проблемой недостаточности исходной информации для определения рыночной стоимости земельных участков сталкиваются гораздо чаще, чем при индивидуальной оценке. При определении рыночной стоимости методами массовой оценки вводится большое количество допущений и ограничений. Например, информация об объектах - аналогах. Допущения и ограничения включаются в задание на оценку. Также при применении методов массовой оценки, в случае отсутствия у оценщика такой информации, не учитываются виды прав и ограничения (обременения) на объекты оценки, за исключением сервитутов, установленных законом или иным нормативным правовым актом Российской Федерации, нормативным правовым актом субъекта Российской Федерации, нормативным правовым актом органа местного самоуправления [16].

Оценщики методами массовой и индивидуальной оценки рассчитывают рыночную стоимость земельного участка на основе анализа рынка. Отличие двух видов оценки заключается в масштабе проведения и контроле качества выполненной оценки.

Одним из основных нормативных правовых документов, регулирующих порядок проведения государственной кадастровой оценки земель, является постановление Правительства Российской Федерации от 08 апреля 2000 года № 316 утверждающий правила проведения государственной кадастровой оценки земель. Для развития данного документа разработаны методики кадастровой оценки земель различных категорий.

Методические указания по государственной кадастровой оценке земель и нормативно-технические документы, необходимые для проведения государственной кадастровой оценки земель, разрабатываются и утверждаются Министерством экономического развития и торговли Российской Федерации по согласованию с заинтересованными федеральными органами исполнительной власти.

В процессе государственной кадастровой оценки проводится оценочное зонирование территории [7]. Однородные по целевому назначению, виду функционального использования и близкие по значению кадастровой стоимости земельные участки образуют оценочные зоны. Границы оценочных зон совмещают с границами земельных участков с

учетом сложившейся застройки и землепользования, размещения линейных объектов, а также границ кадастровых районов и кадастровых кварталов [7]. По результатам оценочного зонирования составляется карта (схема) оценочных зон и устанавливается кадастровая стоимость единицы площади в границах этих зон [7].

Государственная кадастровая оценка недвижимости проводится в соответствии с Федеральным законом от 29.07.1998 № 135-ФЗ «Об оценочной деятельности в Российской Федерации», в которую включена новая глава, регулирующая государственную кадастровую оценку.

Законом об оценочной деятельности установлен следующий порядок проведения государственной кадастровой оценки:

1. Принятие решения о проведении государственной кадастровой оценки. Государственная кадастровая оценка проводится не реже чем один раз в пять лет и только в отношении объектов поставленных на государственный кадастровый учет. Орган, принявший решение о проведении государственной кадастровой оценке, является заказчиком работы по определению кадастровой стоимости [2, ст. 24.12].

2. Формирование перечня объектов недвижимости, подлежащих государственной кадастровой оценке. Оценка – деятельность профессионального оценщика, направленная на установление стоимости объекта оценки. В соответствии с Федеральным стандартом оценки «Определение кадастровой стоимости (ФСО № 4)», утвержденным Приказом Минэкономразвития России от 22.10.2010 № 508, кадастровая стоимость объектов оценки определяется на дату формирования перечня объектов недвижимости для целей проведения государственной кадастровой оценки земельных участков [16].

3. Отбор исполнителя работ по определению кадастровой стоимости и заключение с ним договора на проведение оценки. Договор на проведение оценки является основанием для проведения оценки. Договор на проведение кадастровой оценки включает задание на оценку с приведенным в нем перечнем объектов недвижимости, подлежащих оценке [16]. Договор можно представить в виде технического задания для оценщиков. Оценщик должен понимать, что подлежит оценке, для каких целей выполняется оценка. Информация о последующем использовании результатов оценки влияет на выбор оптимальной процедуры оценки. В отношении оценки объектов, принадлежащих Российской Федерации, субъектам Российской Федерации или муниципальным образованиям, договор на проведение оценки от имени заказчика заключается лицом, уполномоченным собственником на совершение сделок с объектами, если иное не установлено законодательством Российской Федерации [2, ст.10].

4.Определение кадастровой стоимости и составление отчета об определении кадастровой стоимости. Как правило, это исполнитель работ по определению кадастровой стоимости (Оценщик).

5.Экспертиза отчета об определении кадастровой стоимости. Экспертиза проводится саморегулируемой организацией оценщиков (СРО), членом, которого является оценщик, осуществивший определение кадастровой стоимости. Экспертом СРО может стать член организации, сдавший единый квалификационный экзамен и избранный в состав экспертного совета саморегулируемой организации оценщиков общим собранием членов СРО. В течение тридцати дней с даты составления отчета об определении кадастровой стоимости исполнитель оценочных работ обязан обеспечить проведение экспертизы этого отчета, в том числе повторной [2, 24.16]. Заказчик работ принимает отчет об определении кадастровой стоимости только при условии наличия положительного экспертного заключения.

6.Утверждение результатов определения кадастровой стоимости. В течение десяти рабочих дней с даты принятия отчета об определении кадастровой стоимости утверждает результаты определения кадастровой стоимости [2, 24.17]. Утверждением занимается заказчик работ, то есть это исполнительный орган государственной власти субъекта Российской Федерации или в случаях, установленных законодательством субъекта Российской Федерации, орган местного самоуправления.

7.Опубликование утвержденных результатов определения кадастровой стоимости. Этим также занимается исполнительный орган государственной власти субъекта Российской Федерации или в случаях, установленных законодательством субъекта Российской Федерации, орган местного самоуправления. В течение десяти дней с даты утверждения результатов определения кадастровой стоимости информация об утвержденных результатах определения кадастровой стоимости, в том числе о кадастровой стоимости, дате проведения последней государственной кадастровой оценки и иная информация должна быть опубликована [2, 24.18].

8.Внесение результатов определения кадастровой стоимости в государственный кадастр недвижимости. Государственный кадастр недвижимости является систематизированным сводом сведений об учтенном в соответствии с настоящим Федеральным законом недвижимом имуществе, а также сведений о прохождении Государственной границы Российской Федерации, о границах между субъектами Российской Федерации, границах муниципальных образований, границах населенных пунктов, о территориальных зонах и зонах с особыми условиями использования территорий, иных предусмотренных настоящим Федеральным законом сведений. Государственный кадастр недвижимости является феде-

ральным государственным информационным ресурсом [4, ст.1.2]. Внесение результатов входит в обязанности «Федеральной кадастровой палаты «Росреестра».

9. Рассмотрение споров о результатах определения кадастровой стоимости. Результаты определения кадастровой стоимости могут быть оспорены в арбитражном суде или комиссии по рассмотрению споров о результатах определения кадастровой стоимости. Результаты определения кадастровой стоимости могут быть оспорены в комиссии в течение шести месяцев с даты их внесения в государственный кадастр недвижимости [2, ст.24.19]. Срок рассмотрения таких заявлений, не может превышать один месяц. Типовые требования к порядку создания и работы комиссии по рассмотрению споров о результатах определения кадастровой стоимости утверждены приказом Министерства экономического развития Российской Федерации от 22.02.2011 №69.

10. Определение кадастровой стоимости вновь учтенных объектов недвижимости, в отношении которых произошло изменение их количественных и (или) качественных характеристик. Этим занимается Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральная кадастровая палата Росреестра».

Органами кадастрового учета ведутся публичные кадастровые карты. Они размещаются на официальном сайте органа кадастрового учета в сети «Интернет» (Рисунок 18). Публичные кадастровые карты содержат сведения о земельных участках, где также приводится кадастровая стоимость земельного участка.

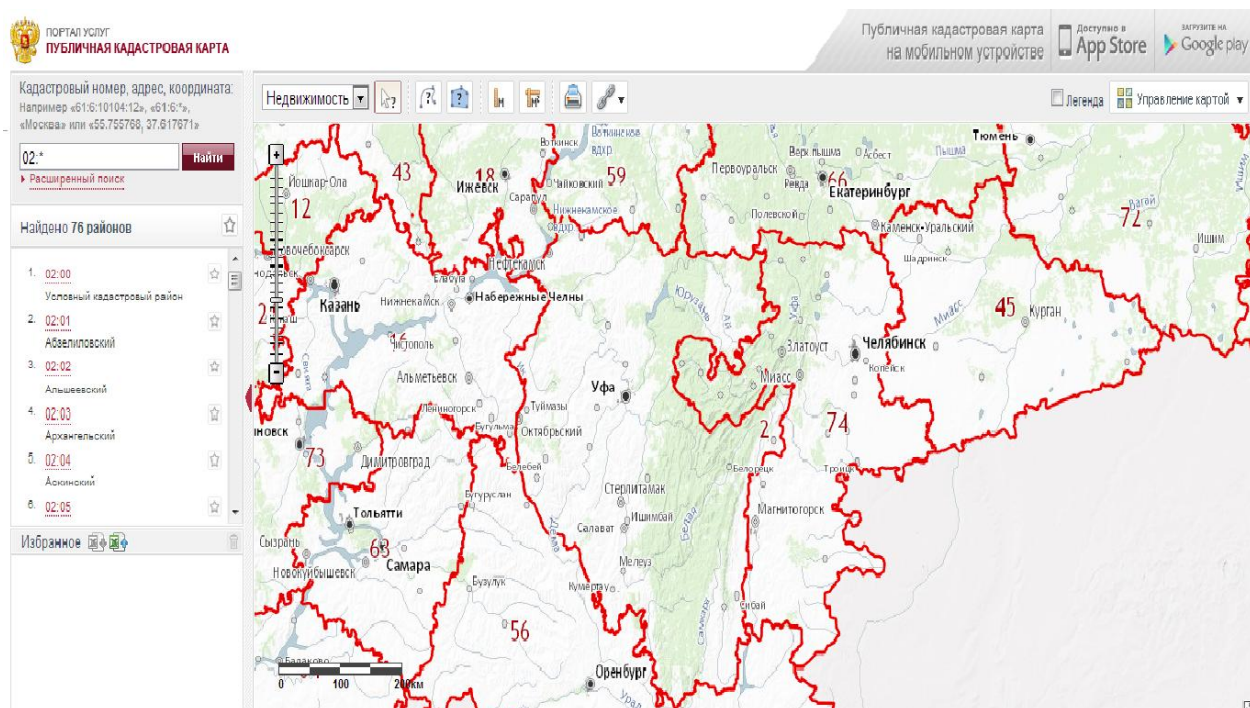


Рис.19. Публичная кадастровая карта

3.2. Методика государственной кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения

Кадастровая оценка земель сельскохозяйственного назначения – совокупность административных и технических мероприятий, направленных на определение стоимости земельных участков в границах административно- территориальных образований [30].

Всего было проведено три тура оценки земель в России:

1 тур -2001-2006 гг.

2 тур – 2007-2010 гг.

3 тур- 2011-2015 гг.

Государственная кадастровая оценка сельскохозяйственных угодий (ГКОСУ) была начата в 2000 годах.

Государственную кадастровую оценку сельскохозяйственных угодий проводили в два этапа:

Первый этап проводился с целью определения средней кадастровой стоимости 1 га сельскохозяйственных угодий субъектов РФ и разработки базовых нормативов для оценки земель внутри субъектов РФ [30].

При проведении такой оценки использовались следующие показатели в расчете на 1 га сельскохозяйственных угодий:

- оценочную продуктивность (валовая продукция в рублях и в кормовых единицах);
- оценочные затраты;
- цену производства валовой продукции;
- расчетный рентный доход и кадастровую стоимость.

Оценочная продуктивность и оценочные затраты служили базовыми нормативами для оценки сельскохозяйственных угодий внутри субъекта Российской Федерации.

На первом этапе ставили следующие задачи [30]:

- Определение базовых нормативов – показателей кадастровой оценки сельскохозяйственных угодий субъектов РФ (земельно-оценочных районов), объективно отражающих природные, экономические условия и эффективность их использования;
- Обеспечение сопоставимости показателей кадастровой оценки сельскохозяйственных угодий между субъектами РФ и земельно-оценочными районами, административными районами и земельными участками на стыке границ субъектов РФ и земельно-оценочных районов.

Первый этап работы проводился в соответствие с Методикой государственной кадастровой оценки сельскохозяйственных угодий на уровне субъектов РФ, утвержденный

Госкомземом России 11 мая 2000 года и согласованной с Минсельхозпромом России, Мингосимуществом России и Минэкономки России [30].

Кадастровая стоимость 1 га сельскохозяйственных угодий в среднем по субъекту РФ (1 этап) определялось умножением расчетного рентного дохода на срок ее капитализации (33 года).

Второй этап государственной кадастровой оценки сельскохозяйственных угодий проводился в границах бывших совхозов и колхозов, в границах фактических землепользований. Кадастровая оценка сельскохозяйственных угодий в субъекте РФ проводилась на основании базовых оценочных показателей продуктивности и затрат, установленных на I-ом этапе государственной кадастровой оценки земель, обеспечивающих сопоставимость ее результатов на всей территории Российской Федерации.

Второй этап выполнялся в соответствии с Правилами государственной кадастровой оценки сельскохозяйственных угодий в субъекте Российской Федерации, утвержденными Госкомземом РФ от 15 мая 2000 года. [30].

Государственная кадастровая оценка сельскохозяйственных угодий включала [30]:

- определение интегральных характеристик объектов государственной кадастровой оценки по плодородию почв, технологическим свойствам и местоположению;
- определение расчетного рентного дохода и кадастровой стоимости сельскохозяйственных угодий объектов государственной кадастровой оценки.

Интегральный показатель плодородия почв – относительная величина совокупного влияния признаков и свойств почвы на продуктивность (урожайность) сельскохозяйственных угодий с данным почвенным покровом, измеряемая в баллах бонитетах (в диапазоне от 0 до 100) [30].

Интегральный показатель технологических свойств объекта государственной кадастровой оценки - индекс технологических свойств земельного участка, определяемый с учетом влияния энергоемкости, контурности, каменистости, рельефа и других технологических свойств на уровне затрат по возделыванию и уборке (частично) сельскохозяйственной продукции [30].

Интегральный показатель местоположения объекта государственной кадастровой оценки – величина эквивалентного расстояния в километрах до пункта реализации сельскохозяйственной продукции и баз снабжения материально-техническими ресурсами, рассчитываемая с учетом объектов и классов грузов и качества (групп) дорог [30].

Кадастровая стоимость 1 га сельскохозяйственных угодий на втором этапе осуществлялось умножением расчетного рентного дохода на срок ее капитализации (33 года).

Расчетный рентный доход с 1 га сельскохозяйственных угодий на втором этапе определяли сложением дифференциального и абсолютного рентного дохода.

Дифференциальный доход – дополнительный доход, образующийся на землях относительно лучшего качества и местоположения [30].

Абсолютный рентный доход – минимальный доход, устанавливаемый в едином размере на 1 га сельскохозяйственных угодий независимо от их качества и местоположения для всех субъектов РФ [30].

В последующем кадастровая оценка земель сельскохозяйственного назначения выполнялась в соответствии с приказом Минэкономразвития России от 4 июля 2005г. № 145 «О методических рекомендаций по государственной кадастровой оценке земель сельскохозяйственного назначения».

В соответствии с методическими рекомендациями (пункт 1,2 раздела 1) государственная кадастровая оценка земель сельскохозяйственного назначения проводилась по шести группам земель [12]:

I группа - сельскохозяйственные угодья;

II группа - земли, занятые внутрихозяйственными дорогами, проездами, прогонами для скота, коммуникациями, полевая защитными лесополосами, зданиями, строениями и сооружениями, используемыми для производства, хранения и первичной переработки сельскохозяйственной продукции, а также нарушенные земли, находящиеся под промышленной разработкой общераспространенных полезных ископаемых: глины, песка, щебня и т.д.;

III группа - земли под замкнутыми водоемами;

IV группа - земли под древесно-кустарниковой растительностью (за исключением полевая защитных лесополос), болотами, нарушенные земли;

V группа - земли под лесами, не переведенные в установленном законодательством порядке в состав земель лесного фонда и находящиеся у землевладельцев (землепользователей) на праве постоянного (бессрочного) или безвозмездного пользования;

VI группа - земли, пригодные под оленьи пастбища.

Государственная кадастровая оценка земель сельскохозяйственного назначения включала определение удельных показателей кадастровой стоимости (УПКС) каждой из шести групп земель и определение кадастровой стоимости земельных участков сельскохозяйственного назначения.

Удельный показатель кадастровой стоимости земель (УПКС) – расчетная величина, представляющая собой кадастровую стоимость единицы площади (1 кв.м) земельного участка.

Определение удельных показателей кадастровой стоимости (УПКС) сельскохозяйственных угодий (1 группа) определяется в два этапа:

- 1) Определение УПКС сельскохозяйственных угодий в границах субъектов РФ (межрегиональный этап);
- 2) Определение УПКС сельскохозяйственных угодий в границах административных районов, землевладений (землепользований).

Определение УПКС сельскохозяйственных угодий на 1 этапе осуществлялось в следующей последовательности:

- 1) Определение оценочной продуктивности (валовая продукция в рублях и в центнерах кормовых единиц);
- 2) Определение оценочных затрат;
- 3) Определение цены производства валовой продукции и расчет рентного дохода;
- 4) Определение УПКС сельскохозяйственных угодий в границах субъектов РФ.

УПКС сельскохозяйственных угодий в границах субъектов определяется умножением расчетного рентного дохода на срок капитализации (33 годам).

Определение УПКС сельскохозяйственных угодий на втором этапе осуществлялся на основании базовых оценочных показателей продуктивности и затрат, установленных на первом этапе оценки.

Определение УПКС сельскохозяйственных угодий на втором этапе осуществлялся в следующей последовательности:

- 1) Определение интегральных характеристик сельскохозяйственных угодий в границах административных районов, землепользований (землевладений) по плодородию почв, технологическим свойствам и местоположению;
- 2) Определение расчетного рентного дохода;
- 3) Определение УПКС в границах административных районов, землевладений, землепользований.

УПКС сельскохозяйственных угодий в границах административных районов, землевладений (землепользований) определяется умножением расчетного рентного дохода с 1 га сельскохозяйственных угодий в границах сельскохозяйственных угодий в границах административных районов, землевладений (землепользований) на срок капитализации (33 года).

Кадастровая стоимость определяется путем умножения УПКС на площадь земельного участка.

Как видно методические рекомендаций по государственной кадастровой оценке земель сельскохозяйственного назначения от 4 июля 2005г. № 145 не значительно отличается от методических указаний, используемых на 1 туре оценки.

Однако приказом Министерства экономического развития РФ от 20 сентября 2010 года № 445 утверждаются новые методические указания по кадастровой оценке земель сельскохозяйственного назначения.

Также приказом Министерства экономического развития РФ от 8 июля 2011 года № 334 внесены изменения в Методические рекомендации по государственной кадастровой оценке земель сельскохозяйственного назначения, утвержденные приказом Минэкономразвития России от 4 июля 2005 года № 145.

Согласно приказу Методические рекомендации №145 принимаются в случае, если кадастровая стоимость земельных участков, занятых сельскохозяйственными угодьями, содержащаяся в государственном кадастре недвижимости, определена в порядке, действовавшем до вступления в силу Методических рекомендаций № 445. Также утратили силу пункты 1,2 и 1,3 раздела 1 (шесть групп земель), а также разделы 2-8 (два этапа оценки).

Остался пункт 9 определение кадастровой стоимости земельных участков, занятых сельскохозяйственными угодьями, осуществляется в следующей последовательности:

- определение интегральных значений показателей земельного участка, занятого сельскохозяйственными угодьями;
- определение удельных показателей кадастровой стоимости земельного участка, занятого сельскохозяйственными угодьями;
- определение кадастровой стоимости земельного участка, занятого сельскохозяйственными угодьями.

Для определения кадастровой стоимости земельного участка используются следующие интегральные показатели [12]:

- по плодородию почв - балл бонитета (совокупность почвенных баллов);
- по технологическим свойствам - индекс технологических свойств земельного участка;
- по местоположению - эквивалентное расстояние земельного участка до пунктов реализации сельскохозяйственной продукции и баз снабжения материально-техническими ресурсами, км).

Пункт 1.2 методических рекомендаций № 445 от 20 сентября 2010 года установил, что методические рекомендации применяются для определения кадастровой стоимости

земельных участков в составе земель сельскохозяйственного назначения, в границах которых расположены земли следующих видов использования [13]:

1.2.1. Земли сельскохозяйственного назначения, пригодные под пашни, сенокосы, пастбища, занятые залежами на дату проведения государственной кадастровой оценки земель, многолетними насаждениями, внутрихозяйственными дорогами, коммуникациями, лесными насаждениями, предназначенными для обеспечения защиты земель от воздействия негативных (вредных) природных, антропогенных и техногенных явлений, а также водными объектами, предназначенными для обеспечения внутрихозяйственной деятельности.

1.2.2. Земли сельскохозяйственного назначения, малопригодные под пашню, но используемые для выращивания некоторых видов технических культур, многолетних насаждений, ягодников, чая, винограда, риса.

1.2.3. Земли сельскохозяйственного назначения, занятые зданиями, строениями, сооружениями, используемыми для производства, хранения и первичной переработки сельскохозяйственной продукции.

1.2.4. Земли сельскохозяйственного назначения, занятые водными объектами и используемые для предпринимательской деятельности.

1.2.5. Земли сельскохозяйственного назначения, на которых располагаются леса.

1.2.6. Прочие земли сельскохозяйственного назначения, в том числе болота, нарушенные земли, земли, занятые полигонами, свалками, оврагами, песками, за исключением земельных участков, указанных в пункте 1.3 настоящих Методических указаний.

Методические указания не применяются для государственной кадастровой оценки земельных участков в составе земель сельскохозяйственного назначения в границах садоводческих, огороднических и дачных объединений.

Определение кадастровой стоимости земельных участков в составе земель сельскохозяйственного назначения осуществляется в следующем порядке:

- Формирование перечня земельных участков в составе земель сельскохозяйственного назначения;
- Определение удельных показателей кадастровой стоимости земель сельскохозяйственного назначения;
- Расчет кадастровой стоимости земельных участков в составе земель сельскохозяйственного назначения.

Определение удельных показателей кадастровой стоимости земель, указанных в подпункте 1.2.1 настоящих Методических указаний, предполагает следующую последовательность действий [13]:

- определение перечня почвенных разновидностей и площади, которую занимает каждая из них;
- определение в разрезе почвенных разновидностей перечня всех сельскохозяйственных культур, возможных к выращиванию (перечень культур);
- выбор в разрезе почвенных разновидностей на основе перечня культур допустимых чередований посевов (севооборот), характеризующихся набором сельскохозяйственных культур, их чередованием, количеством полей, занимаемых каждой сельскохозяйственной культурой, и общим количеством полей севооборота;
- определение в разрезе почвенных разновидностей нормативной урожайности каждой сельскохозяйственной культуры из состава перечня культур;
- определение рыночной цены для каждой сельскохозяйственной культуры из состава перечня культур;
- расчет валового дохода на единицу площади для каждой сельскохозяйственной культуры из состава перечня культур как произведения ее нормативной урожайности и прогнозируемой цены реализации (удельный валовый доход сельскохозяйственной культуры);
- определение затрат на единицу площади на возделывание и уборку каждой сельскохозяйственной культуры из состава перечня культур (удельные затраты на возделывание сельскохозяйственных культур);
- расчет валового дохода на единицу площади для каждого севооборота путем суммирования произведений удельных валовых доходов сельскохозяйственных культур севооборота и количества полей, занимаемых сельскохозяйственными культурами, и деления результата на общее число полей севооборота (удельный валовый доход);
- расчет затрат на единицу площади для каждого севооборота путем суммирования произведений удельных затрат на возделывание сельскохозяйственных культур севооборота и количества полей, занимаемых сельскохозяйственными культурами, и деления результата на общее число полей севооборота (удельные затраты на возделывание);
- расчет в разрезе почвенных разновидностей затрат на единицу площади на поддержание плодородия почв для каждого севооборота (удельные затраты на поддержание плодородия почв);
- расчет в разрезе почвенных разновидностей в составе земельного участка удельного показателя земельной ренты для каждого севооборота осуществляется путем вычитания из величины удельного валового дохода величины удельных затрат на возделывание, величины удельных затрат на поддержание плодородия почв и прибыли лица, ведущего предпринимательскую деятельность в сельском хозяйстве (прибыль предпринимателя);

- определение в разрезе почвенных разновидностей в составе земельного участка максимального значения удельного показателя земельной ренты из удельных показателей земельной ренты севооборотов;
- определение значения коэффициента капитализации земельной ренты (коэффициент капитализации);

Капитализация земельной ренты - определение на дату проведения оценки стоимости всех будущих равных между собой или изменяющихся с одинаковым темпом величин земельной ренты за равные периоды времени, т.е. пересчет потока будущих доходов в сумму текущей стоимости земли [59].

- расчет удельного показателя кадастровой стоимости каждой почвенной разновидности в составе земельного участка путем деления удельного показателя земельной ренты почвенной разновидности на коэффициент капитализации;
- расчет удельного показателя кадастровой стоимости земель в составе земельного участка как средневзвешенного по площади почвенных разновидностей удельных показателей кадастровой стоимости почвенных разновидностей.

Для определения удельных показателей кадастровой стоимости земель, указанных в подпунктах 1.2.2 – 1.2.6 настоящих Методических указаний, установлен другой порядок.

Как видим, в методических указаниях по государственной кадастровой оценке земель сельскохозяйственного назначения утвержденными приказами Минэкономразвития РФ № 145 от 4 июля 2005 года и № 445 от 20 сентября 2010 года не учитывается загрязнение земель.

3.3. Корректировка кадастровой стоимости загрязненных земель сельскохозяйственного назначения на основе оценки эколого-экономического ущерба от загрязнения земель тяжелыми металлами

Сравним полученные результаты эколого-экономического ущерба от загрязнения земель тяжелыми металлами вокруг города Сибай Республики Башкортостан.

Земельный участок № 1 эколого-экономический ущерб оценивается в 4 тыс. руб./га;

Земельный участок № 2 эколого-экономический ущерб оценивается 37 тыс. руб./га.

Земельный участок № 3 эколого-экономический ущерб оценивается 42 тыс. руб./га.

Как видим эколого-экономический ущерб от загрязнения земель возрастает по мере приближения к источнику загрязнения тяжелыми металлами.

Чем больше земельный участок загрязнен опасными тяжелыми металлами, тем выше эколого-экономический ущерб.

Сравним удельные показатели кадастровой стоимости (УПКС) трех земельных участков, для которых рассчитывали эколого-экономический ущерб.

Кадастровая стоимость земельных участков в составе земель сельскохозяйственного назначения Республики Башкортостан утверждена постановлением Правительства Республики Башкортостан от 30 декабря 2011 года № 515 (Табл. 32).

Таблица 32. Удельные показатели кадастровой стоимости земельных участков в составе земель сельскохозяйственного назначения

<i>№ земельного участка</i>	<i>Кадастровый номер участка</i>	<i>Номер группы вида использования</i>	<i>Удельный показатель кадастровой стоимости, руб./кв.м.</i>
<i>Земельный участок № 1</i>	<i>02:06:020902:4</i>	<i>1</i>	<i>1,47</i>
<i>Земельный участок № 2</i>	<i>02:06:050302:15</i>	<i>1</i>	<i>0,69</i>
<i>Земельный участок № 3</i>	<i>02:06:050102:6</i>	<i>1</i>	<i>0,69</i>

*Номер группы вида использования 1 - Земли сельскохозяйственного назначения, пригодные под пашни, сенокосы, пастбища, занятые залежами на дату проведения государственной кадастровой оценки земель, многолетними насаждениями, внутрихозяйственными дорогами, коммуникациями, лесными насаждениями, предназначенными для обеспечения защиты земель от воздействия негативных (вредных) природных, антропогенных и техногенных явлений, а также водными объектами, предназначенными для обеспечения внутрихозяйственной деятельности.

Как видно из таблицы 32 УПКС на земельном участке № 2 и земельном участке № 3 одинаковы, хотя по степени загрязненности высоко опасными тяжелыми металлами земельный участок № 3 значительно превышает земельный участок №2. Также эколого-экономический ущерб на земельном участке № 3 значительно выше, 42 тыс. руб./га.

УПКС земельного участка №1 (наименее подверженного загрязнению тяжелыми металлами) незначительно отличается от УПКС земельных участков № 2 и № 3, которые по суммарному коэффициенту загрязнения соответствуют категории «опасная» и «умеренно опасная».

Полученные данные подтверждают, что при государственной кадастровой оценке сельскохозяйственных угодий не учитывается загрязнение земель химическими веществами, в том числе тяжелыми металлами.

В этих условиях необходимо вносить поправки в кадастровую стоимость земельных участков сельскохозяйственного назначения за загрязнение или нарушение земель

тяжелыми металлами при государственной кадастровой оценке земель. Величину поправок, на наш взгляд, целесообразно рассчитывать через величину эколого-экономического ущерба.

Чтобы кадастровая стоимость загрязненных земельных участков соответствовала их рыночной стоимости, требуется вложить средства для устранения последствий загрязнения. Это соответствует определенному в главе 2 данной выпускной работы *эколого-экономическому ущербу*. Следовательно, из рассчитанной кадастровой стоимости земельных участков необходимо вычесть величину эколого-экономического ущерба (Табл. 33).

Кадастровая стоимость земельного участка определяется по формуле:

$$K_c = \text{УПКС} * S, \quad (8)$$

Где,

УПКС – Удельный показатель кадастровой стоимости;

S – Площадь земельного участка.

Скорректированная методика государственной кадастровой оценки должна учитывать степень загрязненности земельных участков химическими веществами на основе оценки эколого-экономического ущерба от нарушения или загрязнения земель.

Тогда формула определения кадастровой стоимости (8) примет вид:

$$K_c = \text{УПКС} * S - Y_{\text{э}}, \quad (9)$$

Где,

УПКС – Удельный показатель кадастровой стоимости;

S – Площадь земельного участка;

$Y_{\text{э}}$ – Эколого-экономический ущерб (от загрязнения или нарушения земель).

Однако на земельных участках № 2 и № 3 эколого-экономический ущерб значительно превышает их кадастровую стоимость. Поэтому на земельных участках, для которых эколого-экономический ущерб превышает кадастровую стоимость, предлагается установить кадастровую стоимость в размере 1 рубль - аналогично кадастровой стоимости земельных участков общего пользования, от использования которых не ожидается получение дохода. Установление на период проведения рекультивации и полного восстановления плодородия почв кадастровой стоимости земельного участка в размере 1-го рубля позволит за счет экономии налоговых платежей стимулировать природоохранные работы.

В процессе последующих оценочных работ, которые будут выполняться после полной рекультивации загрязненных земель и когда собственник земельного участка возмещит свои затраты, кадастровая стоимость земельных участков № 2 и № 3 может быть определена без введения поправок на эколого-экономический ущерб.

Таблица 33. Скорректированная кадастровая стоимость земель сельскохозяйственного назначения

№ земельного участка	Кадастровый номер участка	Номер группы вида использования	Удельный показатель кадастровой стоимости, руб./кв.м.	Площадь земельного участка, кв.м.	Кадастровая стоимость земельного участка, руб	Эколого-экономический ущерб, руб.	Скорректированная кадастровая стоимость руб.
Земельный участок № 1	02:06:020902:4	1	1,47	21 341 924	31 372 628,28	8 069 372,39	23 303 255,89
Земельный участок № 2	02:06:050302:15	1	0,69	979 466	675 831,54	3 785 517	1
Земельный участок № 3	02:06:050102:6	1	0,69	116421	80330,49	511 536	1

Определение кадастровой стоимости сельскохозяйственных угодий должна выполняться совместно с оценкой эколого-экономического ущерба в зависимости от степени загрязнения земель, требующих различные виды рекультивации (Схема 2).

Схема 2. Основные этапы определения кадастровой стоимости сельскохозяйственных угодий



Заключение

На сегодняшний день в методике государственной кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения, которая применялась в зоне влияния промышленности города Сибай Республики Башкортостан, не учитывается загрязненность сельскохозяйственных угодий вредными и токсичными химическими веществами. В связи с этим в данную методику государственной кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения необходимо внести корректировку на эколого-экономический ущерб. Следовательно, из рассчитанной кадастровой стоимости земельных участков необходимо вычесть величину эколого-экономического ущерба.

Вокруг промышленных городов возникают нарушенные и загрязненные земли. Термин нарушенные земли (земли, утратившие свою хозяйственную ценность вследствие снятия гумусового горизонта) применяется в основном при горнодобывающей промышленности. Однако, вокруг промышленных городов, могут быть выявлены земли, требующие снятия загрязненного верхнего плодородного слоя почвы, так как они не пригодны, прежде всего, для сельскохозяйственного использования. Поэтому мы считаем, что для этих земель мы также можем применять термин нарушенные земли.

На трех исследуемых земельных участках в зоне влияния промышленности города Сибай по суммарному коэффициенту техногенного загрязнения почвы можно отнести к загрязненным ($Z_c < 128$). К нарушенным землям относятся сельскохозяйственные земли с суммарным коэффициентом техногенного загрязнения $Z_c > 128$. Поэтому для этих земельных участков мы провели оценку эколого-экономического ущерба от загрязнения земель тяжелыми металлами.

Материалы исследований по влиянию тяжелых металлов на степень загрязнения сельскохозяйственных земель показывают, что для сельскохозяйственного производства на этих землях, необходимо знать экспериментально установленные значения ПДК и ОДК тяжелых металлов в почве, определить их содержание в исследуемой почве. После этого установить соответствие содержания тяжелых металлов в исследуемой почве экспериментально установленным значениям ПДК и ОДК.

В случае установления повышенного содержания тяжелых металлов в почве основными приемами снижения токсичных свойств тяжелых металлов являются химическая мелиорация, внесение удобрений, применение метода фитодетоксикации, внесение сорбентов в почву и др.

Оценка эколого-экономического ущерба от загрязнения земель тяжелыми металлами вокруг города Сибай Республики Башкортостан показала, что по мере приближения к

источнику загрязнения, затраты на эколого-экономический ущерб от загрязнения земель тяжелыми металлами возрастают. Затраты на эколого-экономический ущерб будут различными на земельных участках загрязненных тяжелыми металлами с различным классом опасности и степенью загрязненности тяжелыми металлами.

На земельных участках, для которых эколого-экономический ущерб превышает кадастровую стоимость, предлагается установить кадастровую стоимость в размере аналогичную кадастровой стоимости земельных участков, которые находятся вне производственной деятельности (общего пользования), от использования которых не ожидается получение дохода. Такой подход позволит на период проведения рекультивации и полного восстановления плодородия почв нарушенных или загрязненных земель за счет экономии налоговых платежей стимулировать природоохранные работы.

В процессе последующих оценочных работ, которые будут выполняться после полной рекультивации загрязненных земель и когда собственник земельного участка возмещит свои затраты, кадастровая стоимость земельных участков может быть определена без введения поправок на эколого-экономический ущерб.

Как показали наши исследования, в зоне влияния промышленности города Сибай, необходимо провести оценку эколого-экономического ущерба от загрязнения земель и скорректировать на её основе их кадастровую стоимость, которая заключается в вычитании из кадастровой стоимости эколого-экономического ущерба от загрязнения земель тяжелыми металлами.

Результаты исследования данного дипломного проекта можно использовать в проектных организациях, а также Росреестре, местных органах власти и в учебном процессе.

Литература

- 1) Земельный кодекс Российской Федерации. Федеральный закон от 25.10.2001 № 136 ФЗ (ред. от 30.12.2015 № 460 ФЗ).
- 2) Федеральный закон от 29.07.1998 № 135 ФЗ (ред. от 13.07. 2015 № 224 ФЗ) «Об оценочной деятельности».
- 3) Федеральный закон от 10.01.2002 № 7 ФЗ (ред. от 29. 12.2015 № 404 ФЗ) «Об охране окружающей среды».
- 4) Федеральный закон от 24.07.2007 № 221-ФЗ (ред. от 30. 12.2015 № 452 ФЗ) «О государственном кадастре недвижимости».
- 5) Постановление Правительства РФ от 23.02.1994 № 140 «О рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы».
- 6) Постановление Правительства РФ от 25.08.1999 № 945 «О государственной кадастровой оценке земель».
- 7) Постановление Правительства РФ от 08.04.2000 № 316 «Об утверждении Правил проведения государственной кадастровой оценки земель».
- 8) Постановления правительства РФ от 02.10.2002 г. № 830 «Об утверждении Положения о порядке консервации земель с изъятием их из оборота».
- 9) Постановление Правительства РФ от 13.09.2005 N 560 "Об утверждении подпрограммы "Создание системы кадастра недвижимости (2006 - 2012 годы)" Федеральной целевой программы "Создание автоматизированной системы ведения государственного земельного кадастра и государственного учета объектов недвижимости (2002 - 2008 годы)".
- 10) Постановления Правительства Российской Федерации от 11.04.2006 г. N 206 «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации в связи с совершенствованием государственной кадастровой оценки земель».
- 11) Приказ Минприроды РФ и Роскомзема от 22 декабря 1995 г. N 525/67 "Об утверждении Основных положений о рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы".
- 12) Приказ Министерства экономического развития России от 4 июля 2005 года № 145 «Об утверждении методических рекомендаций по государственной кадастровой оценке земель сельскохозяйственного назначения».
- 13) Приказ Министерства экономического развития РФ от 20 сентября 2010 года № 445 « Об утверждении Методических указаний по государственной кадастровой оценке земель сельскохозяйственного назначения».

- 14) Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами. Утв. Роскомземом 10 ноября 1993 г. и Минприроды РФ 18 ноября 1993 г.
- 15) Письмо Роскомзема от 27 марта 1995 г. № 3-15/582 «О Методических рекомендациях по выявлению деградированных и загрязненных земель».
- 16) Федеральный стандарт оценки «Определение кадастровой стоимости объектов недвижимости (ФСО №4)», утвержденным приказом Министерства экономического развития и торговли Российской Федерации от 22. 10. 2010 г. № 508.
- 17) Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства.— М.: ЦИНАО, 1992. – 63 с.
- 18) Методическими указаниями по обследованию почв сельскохозяйственных угодий, продукции растениеводства на содержание тяжелых металлов, остаточных количеств пестицидов и радионуклидов. – М. Минсельхозпрод, 1995.- 20 с.
- 19) Методическими указаниями по проведению комплексного агрохимического обследования почв сельскохозяйственных угодий. - М.: ЦНТИПР, 1994.- 96 с.
- 20) Постановление Правительства Республики Башкортостан от 30.12.2011 № 515 «Об утверждении результатов государственной кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения в Республике Башкортостан».
- 21) ГОСТ 17.4.2.01-81. Межгосударственный стандарт. Охрана природы. Почвы. Номенклатура показателей санитарного состояния. Введ. 1982-08-01. . – Москва: Стандартинформ, 2008.- 4 с.
- 22) ГОСТ 17.5.1.01-83. Межгосударственный стандарт. Охрана природы. Рекультивация земель. Термины и определения. - Взамен [ГОСТ 17.5.1.01-78](#); Введ. 1984-07-01. – Москва: ИПК Издательство стандартов, 2002.- 8 с.
- 23) ГОСТ 17.4.3.04-85. Межгосударственный стандарт. Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения. Введ 1986-07-01. – Москва: Стандартинформ, 2008.- 4 с.
- 24) ГОСТ 26640-85. Межгосударственный стандарт. Земли. Термины и определения. – Взамен ГОСТ 17.5.1.05-80; Введ. 01.01.87. – Москва: ИПК Издательство стандартов, 2002.-6 с.
- 25) ГОСТ 27593-88. Межгосударственный стандарт. Почвы. Термины и определения. – Взамен ГОСТ 17.4.1. 03-84; Введ. 01.07. 88. – Москва: Стандартинформ, 2008.-11 с.
- 26) Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве: Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2041-06. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006. – 15 с.

- 27) Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве: Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2511-09. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. – 10 с.
- 28) Алексеев, Ю.В. Тяжелые металлы в агроландшафте / Ю.В. Алексеев.- СПб.: Изд-во ПИЯФ РАН, 2008.- 216 с.
- 29) Бингам Ф.Т. Некоторые вопросы токсичности ионов металлов / Ф.Т. Бингам, М. Коста, Э. Эйхенбергер и др.; пер. с англ. С.Л. Давыдовой, под ред. Х. Зигель, А.Зигель. - М.: Мир, 1993. – С.368.
- 30) Варламов, А.А. Земельный кадастр. Т 4. Оценка земель. / А.А.Варламов. – М.: КолосС, 2008. – 463 с.
- 31) Водяницкий, Ю.Н. Тяжелые металлы и металлоиды в почвах / Ю.Н. Водяницкий. – М.: ГНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАСХН, 2008.-165.
- 32) Войтюк, Е. А. Аккумуляция тяжелых металлов в почве и растениях в условиях городской среды: на примере г. Чита: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Е.А. Войтюк; Забайкальский государственный гуманитарно-педагогический университет им. Н.Г.Чернышевского. Чита, 2011.- 143 с.
- 33) Волков, С. Н. Землеустройство. Т. 3. Землеустроительное проектирование. Межхозяйственное (территориальное) землеустройство/ С.Н. Волков. – М.: Колос, 2002. — 384 с.
- 34) Гарманов, В.В. Землеустроительное проектирование: Учебно-методическое пособие / В.В. Гарманов. – Санкт-Петербург: 2015.-142 с..
- 35) Гарманов, В.В. Оценка эколого-экономического ущерба от нарушения земель / В.В. Гарманов, В.Л. Богданов, Ю.В. Рябов, В.Л. Баденко, М.Ю. Загорский // Вестник СПбГУ. Сер. 7. – 2015. - № 4. – С. 136-144.
- 36) Дабахов, М.В. Тяжелые металлы: Экотоксикология и проблемы нормирования: Монография / М.В. Дабахов, Е.В. Дабахова, В.И. Титова. – Н. Новгород: Изд-во ВВАГС, 2005. – 165 с.
- 37) Ильин, Б.В. Тяжелые металлы в системе почва – растение /Б.В. Ильин.- Новосибирск: Наука. Сибирское отделение, 1991.-151 с.
- 38) Кудряшов, С.В. Оценка и нормирование экологического состояния почв Норильского промышленного района: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / С.В. Кудряшов; Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова. Москва, 2010 – 140 с.
- 39) Кирюшин, В.И. .Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий // Методическое руководство /. В.И. Кирюшина и А.Л. Иванова. - М.: ФГНУ «Росинфорагротех», 2005.- 784 с.

- 40) Ковда, В.А. Биогеохимия почвенного покрова / В.А. Ковда. - М.: Наука, 1985. - 263 с.
- 41) Опекунов, А.Ю. Геохимия техногенеза в районе разработки Сибайского медно-колчеданного месторождения / А.Ю. Опекунов, М.Г. Опекунова // Записки горного института, т. 203, - 2013, С. 196-204.
- 42) Опекунова, М.Г. Изменение качества лекарственных растений под воздействием загрязнения тяжелыми металлами на южном Урале / М.Г. Опекунова, Ю.В. Крылова, Е.А. Курашов, А.Ю. Чихачева // Бюллетень Брянского отделения Русского ботанического общества. - 2013. - № 2 (2). - С. 97-112.
- 43) Протасов, В.Ф. Экология: Законы, кодексы, Экологическая доктрина, Киотский протокол, нормативы, платежи, термины и понятия, Экологическое право / В.Ф. Протасов. - М.: «Финансы и статистика», 2005. - 380 с.
- 44) Санжарова, Н.И. Технологические приёмы, обеспечивающие повышение устойчивости агроценозов, восстановление нарушенных земель, оптимизацию ведения земледелия и получение соответствующей нормативам сельскохозяйственной продукции товаропроизводителями различной специализации / Н.И. Санжарова, А.Н. Ратников, С.И. Спиридонов и др. - Обнинск: ВНИИСХРАЭ, 2010. - 180 с.
- 45) Снакин, В.В. Система оценки степени деградации почв / В.В. Снакин, П.П. Кречетов, Т.А. Кузовникова и др. - Пушкино: ПНЦ РАН, 1992. - 21 с.
- 46) Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды в Российской Федерации в 2014 году. 2015.-473 с.
- 47) Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и окружающей среды республики Башкортостан в 2014 году. - Уфа.: Башкирская издательская компания, 2015.- 326 с.
- 48) Инвестиционный паспорт городского округа город Сибай Республики Башкортостан. - Сибай. 2012.- 44 с.

Ресурсы сети Интернет

- 49) Официальный сайт городского округа город Сибай Республики Башкортостан: <http://www.sibay-rb.ru>. Дата обращения 15.01.2015 г.
- 50) Публичная кадастровая карта: <http://maps.rosreestr.ru/PortalOnline/>. Дата обращения 12.04.2015 г.
- 51) Стоимостные нормативы: http://www.profermer.ru/zern_tehnolog_no_1.html. Дата обращения 17.11.2015 г.
- 52) Журнал эксперт: <http://expert.ru/expert>. Дата обращения 12.10.2015 г.
- 53) Сайт: <http://atlas-yakutia.ru>. Дата обращения 07.05.2015 г.
- 54) Сайт: <http://sibay-city.narod.ru/sibay.html>. Дата обращения 06.05.2015 г.
- 55) Сайт: <http://ogurcy.info>. Дата обращения 12.10.2015 г.

- 56) Сайт: <http://www.agroserver.ru>. Дата обращения 12.10.2015 г.
- 57) Сайт: <http://salavat.flagma.ru>. Дата обращения 12.10.2015 г.
- 58) Сайт: <http://bashkiria-ufa.narod.ru/enciclopedia/390.html>. Дата обращения 01.06.2015 г.
- 59) Сайт: <http://www.market-pages.ru/ocenkazemli/25.html>. Дата обращения 15.03.2016 г.

Приложение

Приложение 1. Денежный поток на земельном участке № 2

Таблица 1. Расчет стоимости реализации пшеницы

Сельскохозяйственное предприятие	Площадь Га	Урожайность Тонн/га	Урожай Тонны	Стоимость 1 тонны пше- ницы	Стоимость реа- лизованной про- дукции
	97,95	1,76 тонн	172	7000	1 206 744

Таблица 2. Затраты

Расходы	Стоимость	Площадь	Итог	Затраты
Боронование почвы	250 руб/га	97,95	24487	377 100
Посев пшеницы	600 руб/га	97,95	58770	
Стоимость семян (200 кг/га)	7000 руб/т	97,95	137130	
Уборка пшеницы	1600 руб/га	97,95	156720	

Стоимостные нормативы взяты с сайта: <http://www.profermer.ru>.

Денежный поток за первый период (I_1) равен разнице между денежными поступлениями (стоимостью реализованной продукции) и затратами и составил 829 644 рублей.

Денежный поток за последующие периоды рассчитывался по формуле;

$$I_{n+1} = I_n * \left(1 + \frac{P}{100} \right), \text{ где:}$$

I_1 - Денежный поток за предыдущий период;

P – Ежегодный прирост производства продукции (1 %).

Таблица 3. Денежный поток

Периоды			
1(I_1)	2 (I_2)	3(I_3)	4 (I_4)
829 644	837 940	846 319	854 783

Приложение 2. Денежный поток на земельном участке № 3

Таблица 1. Расчет стоимости реализации пшеницы

Сельскохозяйственное предприятие	Площадь Га	Урожайность Тонн/га	Урожай Тонны	Стоимость 1 тонны пше- ницы	Стоимость ре- ализованной про- дукции
	11,64	1,76 тонн	20,49	7000	143 404

Таблица 2. Затраты

Расходы	Стоимость	Площадь	Итого	Затраты
Боронование почвы	250 руб/га	11,64	2 910	44 814
Посев пшеницы	600 руб/га	11,64	6 984	
Стоимость семян (200 кг/га)	7000 руб/т	11,64	16 296	
Уборка пшеницы	1600 руб/га	11,64	18 624	

Стоимостные нормативы взяты с сайта: <http://www.profermer.ru>.

Денежный поток за первый период (I_1) равен разнице между денежными поступлениями (стоимостью реализованной продукции) и затратами и составил 98 590 рублей.

Денежный поток за последующие периоды рассчитывался по формуле;

$$I_{n+1} = I_n * \left(1 + \frac{P}{100} \right), \text{ где:}$$

I_1 - Денежный поток за предыдущий период;

P – Ежегодный прирост производства продукции (1 %).

Таблица 3. Денежный поток

Периоды			
1(I_1)	2 (I_2)	3(I_3)	4 (I_4)
98 590	99 575	100 571	101 577